ДИАЛЕКТИКА В ПРИРОДЕ

Сборник по марксистской методологии естествознания

№ 3

„СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“
ВОЛОГДА
1928

Типография Полиграфтреста „Сев. Печатник“.

Гублит № 277 (Вологда). Тираж 3000 экз.



ДИАЛЕКТИКА В ПРИРОДЕ

Марксистское мировоззрение и индустриализация страны

Страна Советов в текущем году вступила в новую полосу на пути социалистического строительства. Она под руководством своей правящей партии перешла хозяйственный и технический уровень довоенной России. После первых девяти лет восстановительного процесса наступил конструктивный период в хозяйственной жизни и вслед за ней в областях культурного строительства. Хозяйственный фронт в борьбе за социализм приобрел решающее значение. В области хозяйства пролетариат перешел от обороны к наступлению на более отсталые формы хозяйствования, в том числе и против возрождения капитализма, начинающего неизбежно вновь вырастать на основе простой товаропроизводящей формы крестьянского хозяйства.

Строить социализм без новой техники невозможно. Социальная революция в своей основе есть борьба двух систем хозяйства—капиталистической и социалистической. Практикой решается вопрос, какая из двух форм лучше, какая в состоянии обеспечить для всего человечества более человеческий образ жизни, мирное экономическое и культурное развитие, избавление от проклятия эксплуатации, безработицы, угнетения и империалистических боен, которые лежат кошмаром на трудящихся всех стран.

СССР окружен целым миром врагов, давно предвидящих опасность гибели в силу безысходности внутренних противоречий капиталистической системы, в силу все большего обострения революционного движения угнетенного капитализмом человечества, вследствие все больше растущей мощи первой в мире рабоче-крестьянской страны, строящей социализм. Пышный расцвет СССР вызывает страх и ужас наших классовых врагов. Они чувствуют, что чем дальше идет состязание

двух систем, тем меньше шансов для сохранения и увековечения капиталистического строя, для строя, обеспечивающего эксплуатацию человека человеком. Их злоба и неистовство против нас все растут. Они стремятся сорвать наше мирное строительство, подготовляя блокаду, интервенцию, коалиции против нас.

Опасность попытки срыва нашего экономического и культурного развития велика. Оборона страны требует максимального напряжения всех сил в деле строительства нашей социалистической промышленности, в первую очередь нашей тяжелой индустрии (горнозаводской и металлургии, а также и химической). Их развитие наталкивается на огромные трудности, которые приходится во что бы то ни стало преодолевать, и которые мы постепенно, хотя и не так быстро, как мы бы этого желали, преодолеваем.

Борьба за социалистическую крупную индустрию имеет самые разные формы. Накопление и вложение новых капиталов, подъем крестьянского распыленного мелкого хозяйства и, в целях увеличения емкости рынка и создания сырьевого базиса для промышленности, налажение мирной коммерческой связи с капиталистическими странами, использование имеющихся в нашем распоряжении живых технических сил, подготовка новых технических кадров в большом масштабе, улучшение качества этих самых сил, без которого и самое улучшение качества товаров и всего хозяйственного и административного аппарата невозможно.

По мере того, как все больше растет наша индустрия, продвигается ее рационализация, рука об руку с этим процессом растут значение и влияние специалистов в нашем строительстве, как в хозяйственном, так и культурном. Воздействуя на наше хозяйственное строительство, трудовая интеллигенция неизбежно оказывает и окажет свое влияние и на весь совокупный процесс. Это само по себе не только не плохо, а даже желательно, ибо без усвоения естественно-научных и технических знаний промышленность создать нельзя. Промышленная революция вызывает и культурную революцию. Весь вопрос в том, чтобы мы могли сохранять гегемонию пролетарского мировоззрения; в том, чтобы мы воспитывали нашу трудовую интеллигенцию, наши технические кадры в марксистском духе, марксистском понимании действительности, наполняли их новым,

пролетарским умонастроением; чтобы наши собратья по работе смотрели на действительность нашими глазами, подходили к ней с марксистским способом анализа и оценки, чтобы, одним словом, наши цели и идеалы совпадали.

Многого ли мы достигли в этом, на наш взгляд, одном из важнейших фронтов нашей борьбы за социализм? Кое-чего мы добились. Но это еще далеко не то, что нам нужно. У нас имеются значительные прослойки технической и вообще трудовой интеллигенции, идущие вместе с нами, работающие плечом к плечу с нами, создающие великие дела не за страх, а за совесть. Они чувствуют гигантское историческое значение всего созданного нами вместе с ними и еще созидаемого на хозяйственной арене. Но дело в том, что они большей частью, я бы сказал, в огромном большинстве случаев, только чувствуют величие того, что происходит. Можно искренно сочувствовать и даже вдохновляться успехами и перспективами. Но одного сочувствия и вдохновения, как бы они ни были важны и необходимы для успешной работы, все же недостаточно. Необходимо ясно осознать, научно понять весь процесс в целом, ибо только это может обеспечить на длительный период напряжение всех умственных сил, преданность великому, всемирно-историческому делу, выдержку в пору затруднений, всевозможных препятствий и временных неудач, без чего никакое историческое дело не бывало и не бывает. Необходимы твердое марксистское понимание всего процесса, горячее желание, воля и стремление к укреплению социалистического строительства.

Такие качества возрастают не на основании добрых желаний или наставлений с нашей стороны. Необходимо, чтобы наши интеллигенты понимали закономерность всего происходящего; чтобы они убедились в его неизбежности и желательности, в его величии; что это дело стоит самопожертвования, любого напряжения умственных способностей и инициативы. Необходимо, чтобы они рассматривали дело социализма, как свое собственное благо, как благо всего человечества.

Каким путем достичь такого умонастроения? Ясно, что тут, кроме убеждения, кроме восхищения великим почином, кроме твердого сознания того, что работаешь на пользу всего человечества, — других надежных средств нет и быть не может.

Ленин сказал, что инженер, техник, агроном и т. д. идут к социализму другими путями, чем рабочий. «Инженер придет к признанию коммунизма не так, как пришел подпольщик, пропагандист, литератор, а через данные своей науки; по-своему придет к признанию коммунизма агроном, по-своему—лесовод и т. д.» (Собр. соч., XVIII, ч. I, стр. 87. Подчеркнуто Лениным).

Убедить и переубедить, — отрывать специалиста от прежнего умонастроения, от выросшего на почве капиталистических отношений идеала искания только собственного индивидуального счастья возможно лишь при помощи убеждения через непреложные, неотрицаемые факты самой жизни; специалист приходит к признанию социализма через данные его науки (рассматривая их в целом в связи с другими областями знания), а также и убеждаясь в том, что стремление к индивидуальному преуспеванию для огромного большинства специалистов в гнилой, отжившей свой век общественной и хозяйственной организации капитализма становится все труднее, что в ней их положение становится все безысходнее.

Говоря о том влиянии, которое марксисты могут и должны оказывать на умы представителей науки и техники через данные специальной, близкой к данной группе специалистов, науки, нельзя упускать из виду и другое, очень и очень важное обстоятельство, заключающееся в обратном влиянии духа буржуазных специалистов на нашу коммунистическую среду. Это весьма немаловажная проблема. Коммунист, в том числе и работающий рядом с крупным буржуазным специалистом, инженер, врач, ассистент и т. д., учась постоянно у своего руководителя или коллеги по специальности, или на скамьях университета, не может не испытывать влияния больше знающего учителя по вопросам, затрагивающим или связанным с общим мировоззрением. Марксист, учась у специалиста и признавая и оценивая в полной мере оказанную им ему услугу, должен в свою очередь обратить внимание на те пробелы, которые обнаруживаются у большинства специалистов во всех общих вопросах, способных перекидывать мост от одной отрасли науки к другой, в вопросах философского значения, поднимающихся неизбежно во всех специальных областях,

главным образом в настоящее время. Марксист должен выяснить себе, что спорные вопросы современного естествознания, новый огромный фактический материал, вызвавший и вызывающий все новые кризисы в естествознании, могут быть научно разрешены только, если «современные естествоиспытатели найдут (если сумеют искать, и если мы научимся помогать им) в материалистически истолкованной диалектике Гегеля ряд ответов на те философские вопросы, которые ставятся революцией в естествознании, и на которых «сбиваются» в реакцию интеллигентские поклонники буржуазной моды» (Ленин. «Под Знам. Маркс.», 1922, № 3. Подчеркнуто нами).

Ленин здесь дает два чрезвычайно важных и верных указания, каким образом мы можем устоять в идейной борьбе за наше мировоззрение перед идеологической стихией, неизбежно вырастающей в буржуазном окружении на почве борьбы буржуазии и пролетариата. Буржуазный ученый подходит к вопросам мировоззрения в большинстве случаев с общими ему с его классом классовыми предрассудками и, чувствуя себя сильным в вопросах своей специальности, легко и естественно впадает в ту иллюзию, что он лучше понимает и все остальные проблемы. Притом его закрепляет в этом еще и современное состояние естествознания, которое, ища ответов на новые вопросы и не находя их в старом механическом материализме, вместе с последним охотно отбрасывает и материализм вообще, не зная или не желая знать о том, что существует и более совершенный, современный материализм—марксизм. Слыша о Гегеле и его диалектике, естествоиспытатель машет руками, считая ее бесплодной для своей науки, противопоставляет диалектике свою область, как подлинную науку—бесплодной схоластике, и отождествляет диалектику Маркса с диалектикой Гегеля. Только материалистически понятая диалектика, как Ленин говорил, в состоянии дать ряд ответов на философские вопросы, а не идеалистическая диалектика, т.-е. диалектика Гегеля, как она есть, диалектика, стоящая на голове. Но жизнь сильнее всяких предрассудков. Поскольку естествоиспытатель понимает, что диалектика Маркса, в противовес гегелевской, не есть априорная конструкция, а подлинная опытная наука, которая не навязывает своих законов природе,

а отыскивает их в ней самой, то он сумеет найти эти законы, и, что важнее всего, найти связь между ними. Тогда естествоиспытатель будет относиться к этой диалектике совсем иначе. Классовые предрассудки сильны, но не надо думать, что при благоприятных условиях власти пролетариата человек науки не в состоянии оценивать метод, дающий очевидные результаты в его собственной области, результаты, которых без этого метода он бы не получил.

В этом естественном ходе развития борьбы между мировоззрениями, «если мы научимся помогать им»—нашим естествоиспытателям, мы—марксисты-естественники—можем создать великое дело. Но, конечно, естествоиспытатель послушает нас только в том случае, если он убедится, что мы говорим на основе знания его науки. Иначе он будет считать нас болтунами и не обращать внимания на то, что ему говорят диалектики. И, нечего греха таить, до сих пор большинство из того, что было сказано и написано о диалектике нашими «диалектиками», специалистов весьма мало могло убедить. Смешивание диалектики Гегеля с диалектикой Маркса, нежелание поставить идеалистическую диалектику на ноги, — вот в чем заключается причина неуспеха. Без выполнения этого требования Маркса, так блестяще выполненного им самим, материалист «останется, употребляя щедринское выражение, не столько сражающимся, сколько сражаемым»,—говорит Ленин.

Если же мы выполним эти условия, проработаем материалистическую диалектику, т.-е. ту, которая действительно имеется в природе, а не ее отражение в идеалистическом зеркале, и если мы будем вести дискуссию на основании естествознания, а не абстрактную, отвлеченную от всякой конкретности; если мы покажем, что наш метод лучше годится для выяснения общей связи явлений, то современный естествоиспытатель мало-по-малу повернется спиной к всякому махизму, будет работать вместе с нами, поскольку у него интерес к науке стоит выше не всегда ясно осознанных, старых идеологических классовых интересов.

Старая физика была пропитана духом материализма. Этот материализм был механический. «Новая физика свихнулась

в идеализм, главным образом, именно потому, что физики не знали диалектики». «Борясь с этим материализмом, они выплескивали из ванны вместе с водой и ребенка» (Ленин, Собр. соч., X, стр. 219). Отрицая неизменность химических элементов на основании новых опытов, они скатывались к отрицанию материи, т.-е. объективной реальности материального мира. Они стали релятивистами на том основании, что раз нет независимого от познания мира, то нет и объективной, независимой от нас закономерности. Они превратили приблизительно верные отражения природы нашими теориями в условные знаки, символы, мир же по необходимости превратили в комплекс ощущений. Вот в чем видит Ленин одну из причин ската части современных физиков к идеализму, релятивизму и агностицизму. Другая причина—«борьба партии в философии, которая в последнем счете выражает тенденции и идеологию враждебных классов современного общества» (там же, стр. 303). Эмпириокритицизм и его разновидности дают идеалистическое толкование физики. «Идеализм же есть только утонченная, рафинированная форма фидеизма» (там же).

Старый, механический материализм был плодом тогдашнего естествознания, так как в то время из всех областей последнего была на высоком уровне научности одна только механика, метод которой служил и не мог не служить образцом и для других наук, претендующих на такую же степень точности, на которой стояла механика. В настоящее время стало модой некоторых марксистов (мы имеем в виду т. Деборина и его сторонников) считать эту старую форму материализма хуже идеализма на том основании, что и Маркс и Энгельс критиковали его. Но Деборин и его ученики перегибали палку в другую сторону, как это бывает с людьми, больше присматривающимися к словам, чем духу учителей. Верно, что Энгельс критиковал механический материализм и критиковал совершенно правильно. Он выяснял недостатки старых материалистов, «желая исправить их ошибки» (Ленин). Тов. Деборин и его сторонники, наоборот, изображают дело так, что механический материализм—это по существу—идеализм. Такая точка зрения противопоставляет себя традиции Энгельса и Ленина. Механических материалистов, материалистов-атеистов XVIII века Ленин

усиленно рекомендует пропагандировать, переводить их сочинения, ибо «бойкая, живая, талантливая, остроумно и открыто нападающая на господствующую поповщину публицистика старых атеистов XVIII века сплошь и рядом окажется в тысячу раз более подходящей для того, чтобы пробудить людей от религиозного сна, чем скучные, сухие, не иллюстрированные почти никакими умело подобранными фактами, пересказы марксизма, которые преобладают в нашей литературе, и которые (нечего греха таить) часто марксизм искажают» (Ленин, «Под Знам. Маркс.», 1922, № 3).

Как видно, Ленин несколько иначе оценивал старый материализм, несмотря на его пробелы. По мнению Ленина, материализм XVIII века является подступом, подготовительной школой марксизма. «Было бы величайшей ошибкой и худшей ошибкой, которую может сделать марксист, думать, что многомиллионные народные массы, осужденные всем современным обществом на темноту, невежество и предрассудки, могут выбраться из этой темноты только по прямой линии чисто марксистского просвещения» (там же). Ленин, как ясно из этого места, считает, что значительные слои народа придут к марксизму не прямым путем. а через материализм XVIII века. Ленин только возмутился бы, если бы он читал некоторых из наших марксистов, утверждающих, что механический материализм ведет к теологии. Он как раз рекомендовал сочинения механических материалистов XVIII века против поповщины, против теологии.

С другой стороны, никакой материализм не может выдержать натиска идеализма в его разнообразнейших проявлениях без солидного обоснования науки методом марксизма, т.-е. диалектического материализма. Для этой цели Ленин усиленно рекомендует марксистам «систематическое изучение диалектики Гегеля с материалистической точки зрения, т.-е. той диалектики, которую Маркс практически применял... Конечно,—продолжает Ленин,—работа такого изучения, такого истолкования и такой пропаганды гегелевской диалектики чрезвычайно трудна, и, несомненно, первые опыты в этом отношении будут связаны с ошибками» (там же. Подчеркнуто нами). Это опасение Ленина, к сожалению, оправдалось. Тов. Деборин и его ученики в своем рвении в изучении гегелевской диалектики

забыли о тех предостережениях, которые сделали Маркс, Энгельс и Ленин. Они приняли эту диалектику в готовом виде, не думая о необходимости материалистически перерабатывать ее. В результате такого некритического подхода к Гегелю вышел отрыв от природы, мертвая схоластика, пародия на диалектику Маркса, поверхностная номенклатура и, в отношении диалектики Гегеля, зубрежка нескольких общих положений последней без следа способности переработки и применения ее к конкретным явлениям. Такая «диалектика» никакой пользы не принесет никому; естествоиспытатели, разве только за исключением виталистов, лишь смеются над нею. Образцом того, как не надо применять диалектику, являются статьи тов. Деборина: «Энгельс и диалектика в биологии» («Под Знам. Марксизма», 1926 г.).

Вместо такой диалектики, провозглашающей класс коллективным животным, отрицающей результаты электронной теории на том основании, что существование тождественных мельчайших частиц якобы противоречит диалектическому материализму, провозглашающей существование объективной случайности, мы стараемся объяснять диалектически результаты опытных наук, находить их объективную диалектику в них самих, а не навязывать ее им извне путем произвольно выдуманных априорных схем, этих отголосков плохо понятых и плохо примененных законов диалектики. Законы диалектики нужно найти в явлениях, подходя к ним так, как этого требует своеобразие данной дисциплины, и не «искать ответов на конкретные вопросы в простом логическом развитии» (Ленин) ошибочно понятых, недодуманных положений диалектики.

Только живая, учитывающая своеобразие каждой области явлений, выведенная из фактической взаимозависимости явлений, диалектика, а не привнесенная в них извне априорная конструкция, может дать положительные результаты, т.-е. такие, которые выдерживают испытание фактами, опытом, и от которых, следовательно, естествоиспытатель не может и не будет отмежевываться с той мотивировкой, что они не касаются его дисциплины.

Для этой цели мы и выпускаем наши сборники. Они ставили своей целью найти диалектику в природе, доказать истину

диалектики при помощи данных наук, обогатить, развить ее, а не наоборот, доказывать истины специальных наук из общих законов диалектики, муштровать их по признаку, соответствуют ли они произвольно предписанным схемам шаблонно понятой диалектики Гегеля, или нет.

Такая задача на многое обязывает. Она обязывает не только на тщательное изучение диалектики Гегеля, но и на такую переработку ее, образцы которой имеются в трудах классиков марксизма, но, кроме того, и на добросовестное изучение и самостоятельный подход к проблемам естествознания, которые, как известно, в настоящее время, представляют собой огромную область. Изучение ее требует большой выдержки, способности и глубокой подготовки по специальности. Целесообразнее всего, если о диалектике в физике дает положительные исследования физик-марксист, в биологии—биолог-марксист. Не нужно воображать, что кто-нибудь на основании изучения логики Гегеля может писать о любом предмете. Писать-то, конечно, можно каждому и о всем, но вопрос только в том—как. Энгельс, как бы предвидя такого рода писания о диалектике, пишет: «Все наследие Гегеля ограничилось для этой школы (оффициальной гегелевской школы. Р.) чистым шаблоном, с помощью которого строилась всякая тема, и списком слов и оборотов, годных только для того, чтобы во-время их ставить там, где не хватает мыслей и положительных знаний. В результате получилось,—как сказал один боннский профессор,—что эти «гегельянцы ни о чем не имели понятия, но писать могли обо всем». Л. И. Аксельрод, приведя это место у Энгельса (из его рецензии на «К критике политической экономии» Маркса), продолжает так: «Спросим прежде всего: почему собственно возможно, на основании философии Гегеля, писать обо всем, не зная ничего? Это прежде всего возможно по той основной и главной причине, что диалектика является, действительно, основным, общим и всепроникающим законом как природы, так и истории... Благодаря универсальности закона диалектики является возможность говорить обо всем, ничего не зная, говорить об абстрактных терминах, придавая ученую видимость полной бессодержательности.

Наблюдая этот процесс, можно сказать, что никто не может так хорошо и так тщательно скрыть свое невежество, как абстрактный философ» («Красная Новь», 1927 г., кн. 5, стр. 159). Лучшую характеристику такого рода «диалектике», как «Диалектика в биологии» Деборина, дать нельзя.

Опыты до сих пор, к сожалению, полностью подтверждали опасение Ленина, что первые попытки будут связаны с ошибками. Они были связаны с крупными ошибками. Молодое поколение в опасности сбиваться с толку этими ошибками, или повернуться спиной к диалектике, как не нужной и никуда не годящейся игре в слова. Нам нужна диалектика в природе, а не выдуманная для природы конструкция. Диалектика, ее законы должны быть в первую очередь выводом, а не доводом в научных исследованиях. Но эти законы, полученные из опыта, могут и должны уже руководить дальнейшими исследованиями, как в области природы, так и общества.

Естествоиспытатель передает свою науку молодым товарищам на скамьях университетов и свои технические указания— в лабораториях фабрик и заводов. Невозможно, чтобы он передал только это, а не вместе с тем и свое общее миропонимание, свою идеологию. Нам необходимо стремиться привлекать его на нашу сторону, убеждать его в том, что он—на практике диалектик, хотя часто и плохой именно потому, что не знает теории диалектики. Но если это преподносится ему в работах, трактующих обо всем, в работах в роде товаров научного универсального магазина, где стоят на полках всевозможные вещи, только очень плохого качества, словом брак, тогда естествоиспытатель махнет рукой и остережется входить в такую коллекцию.

Суровая действительность заставляет и заставит преодолевать детские болезни роста диалектики. Ибо эти болезни— болезни роста.

Страна индустриализируется. Наука приобретает все большее значение для практики. Общественное бытие определяет сознание людей. Оторванные друг от друга до сих пор отрасли естествознания проявляют тенденцию слияния в единое естествознание. Новейшая техника ведет к слиянию физики и химии. Этот огромной важности, как теоретически, так и практически,

для человечества процесс принуждает естествоиспытателей к осознанию того, что происходит в науке, к осознанию его, как реального факта современной культуры. Осуществление такой грандиозной задачи без метода диалектического материализма невозможно. В этом заключается объяснение того гигантского успеха, которого диалектика достигла, и залог дальнейшего успеха. Ибо «человечество ставит себе всегда только такие задачи, которые оно может решить, так как при ближайшем рассмотрении всегда окажется, что самая задача только тогда выдвигается, когда существуют материальные условия, необходимые для ее разрешения» (Маркс). Эта задача состоит в настоящее время в том, чтобы молодые марксисты-естественники изучали и развивали диалектику на основании данных их специальной науки. Этим они сделают великое дело, приблизят специалистов к марксизму, приведут их к его признанию и изучению и тем самым помогут делу строительства социализма.

А. К. Тимирязев

Из области «наших разногласий» с т. Дебориным

Речь, произнесенная на дискуссии в Институте Научной Философии РАНИОН'а 27/IV—1926 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Весной 1926 г. в Институте Научной Философии, по поводу доклада о философии Бергсона, прочтенного тов. Германом— одним из сотрудников Института, вспыхнула дискуссия между т. н. «диалектиками» и «механистами». Эта дискуссия, привлекшая к себе большое внимание теоретиков марксистской мысли и продолжавшаяся в течение двух слишком месяцев при еженедельных собраниях продолжительностью по четыре часа каждое (!), породила целый ряд удивительнейших сказаний, которые сначала передавались в устной форме и, как всегда в таких случаях бывает, со всевозможными добавлениями, в весьма малой степени отражающими то, что фактически происходило в этом споре, но зато вполне отвечающими настроениям, мыслям и чувствам рассказчиков.

В последнее время, однако, все чаще и чаще находятся «летописцы», которые закрепляют на страницах печати эти предания, передававшиеся и передающиеся по сей день из уст в уста.

В «Летописях Марксизма»—книга II, под заглавием «Наши разногласия»,—напечатано заключительное слово тов. А. Деборина, сказанное им 18 мая 1926 года по окончании этой длительной дискуссии.

Оставляя в стороне оригинальную мысль редакции «Летописей» — печатать заключительное слово без тех речей, на

на которые оно является ответом,[1] мы вынуждены остановиться на тех вольных и невольных (этого знать нам, конечно, не дано) искажениях того, что было сказано пишущим эти строки в его речи 27/IV—26 г. на упомянутой дискуссии. Так как мысли, высказанные в этой речи, в значительной своей части были гораздо подробнее развиты в нашей статье, напечатанной в XVII книге «Вестника Коммунистической Академии»,[2] то мы в течение года не предполагали ее печатать. Однако, теперь все чаще и чаще производятся сравнения того, что мной напечатано, с тем, что я будто бы говорил на дискуссии в этой самой речи, и делаются самые разнообразные выводы о моих и моих единомышленников стратегических и тактических маневрах, отступлениях, арриергардных боях, и в то же время пребываниях на тех же самых старых позициях и т. д. и т. д.! Все это вынуждает напечатать эту мою речь по возможности точно в том виде, в каком она была произнесена (по имеющемуся секретарскому отчету и сохранившемуся у автора конспекту). Речь не была стенографирована, — стенографировалось только заключительное слово тов. Деборина. В виду того, однако, что эта речь вкривь и вкось цитируется в целом ряде литературных произведений, приходится снабдить ее небольшим предисловием, а также и послесловием, в котором придется указать на то, что произошло после этой речи.

Прежде всего в моей речи, как увидят сами читатели, я привожу целый ряд выдержек из «Диалектики Природы».

Я привожу между прочим замечательное место из «Диалектики Природы», которого очень не любят т. н. «диалектики», — то место, где Энгельс на примере теории Дарвина разъясняет

[1] Перепечатать отдельно заключительное слово, конечно, всякий вправе, в любом сборнике статей, полном собрании сочинений и т. д., но если при этом где-нибудь уже имеется в печати вся дискуссия полностью. Это условие, однако, насколько знает пишущий эти строки, принимавший участие в дискуссии, до сих пор еще не осуществлено. Таким образом, мы имеем удивительное явление—не предусмотренное даже современной теорией относительности, именно случай, когда перепечатывается статья из непоявившегося еще в печати сборника!

[2] А. К. Тимирязев. «Воскрешает ли современное естествознание механический материализм XVIII столетия».

диалектический взгляд на «случайность» и необходимость. Это, однако, нисколько не помешало тов. Деборину в своем заключительном слове заявить: «Не «случайно», что все наши противники, которые здесь выступали по этому вопросу, не ссылались на Маркса и Энгельса. Они Деборина ругали, а «Диалектику Природы» молчаливо обходили, как-будто этой книги не существует «в природе». А в статье «Механисты в борьбе с диалектикой» [1] это заявление сделано еще в более категорической форме: «На упомянутой дискуссии механисты—и Тимирязев в особенности—всячески избегали ссылок на «Диалектику Природы» Энгельса».

Мы воздерживаемся от квалификации этого «литературного приема», равно как и от квалификации ораторских красот в роде следующих: «Не знаешь, чему больше удивляться: непониманию или... чему-либо худшему». «Но зачем же писать так развязно о вещах, тебе неизвестных, друг мой Аркадий»? «Читая эти возмутительные строки, становится стыдно за тов. Тимирязева»! «У тов. Тимирязева нет никакой точки зрения». «Сердит, да не силен» и т. д.

Мы предпочитаем оставить эти приемы в безраздельное пользование тов. Деборина, доколе ему самому это не надоест, и остаться навеки его неоплатным должником.

Переходим теперь к существу возражений Деборина, высказанных им в его заключительном слове. «Союзник Варьяша, А. К. Тимирязев также считает вид абстрактным понятием. А. К. Тимирязев, который относится с таким трогательным пиэтетом к памяти своего отца, не потрудился заглянуть в работу своего отца, прежде чем придти сюда с своими возражениями. Он объявил Дицгена путаником за то, что тот признавал вид реальностью. Но ведь в числе «путаников» оказался и его отец—К. А. Тимирязев. Маркс и Энгельс не совсем одобрительно отозвались о некоторых местах в некоторых работах Дицгена. Но надо все-таки сказать, что когда А. К. Тимирязев выступает с снисходительным похлопыванием по плечу Дицгена, с указанием на то, что Дицген был путаник, то это производит тяжелое впечатление. Тимирязев говорит о путанице у Дицгена. Маркс и Энгельс знали, где у Дицгена путаница и где—глубина

[1] «Вестник Коммунистической Академии», книга XIX. стр. 21.

мысли. А тов. Тимирязев этого не знает, и не ему выдавать Дицгену или кому-либо другому аттестаты».[1] Приведем прежде всего то самое место у Дицгена, с которым «этого не знающий» тов. Тимирязев смеет не согласиться и вызывает тем самым у слабонервных людей «тяжелое впечатление».

«До Дарвина,—пишет Дицген,—нам были известны только живущие отдельно экземпляры животных, животное вообще существовало лишь как отвлеченное понятие. Но со времени Дарвина мы узнали, что не только отдельные экземпляры, но и животное вообще является живым существом (вот это подчеркнутое нами место мы и имели и продолжаем иметь смелость считать неудачной мыслью, какое бы тяжелое впечатление и у кого бы это ни вызывало! А. Т.). Это собирательное животное существует, движется и изменяется, переживает историю, представляет собой организм, состоящий из многих членов... Он доказал, что собирательное животное представляет собой не мертвое, отвлеченное понятие, а движущийся процесс, лишь скудную картину которого давало нам до сих пор наше познание» (цит. по сб. «Дарвин и Маркс», ред. Равич-Черкасского, 1923, стр. 120—121). К этим строкам, приведенным в статье А. Деборина «Под Знам. Марксизма», стр. 63, № 1—2, 1926 г., добавлены самим Дебориным следующие совсем уже удивительные мысли.

То же самое мы можем сказать относительно Карла Маркса (поистине можно вместе с тов. Л. И. Аксельрод задать вопрос: «что собственно то же самое»? А. Т.), который впервые показал, что общественный класс существует, движется и изменяется, переживает историю, рождается, борется и умирает; что общественный класс, словом,—не отвлеченное понятие, а живое коллективное существо».

Что вытекает из этого сопоставления неудачной мысли Дицгена с еще более неудачной мыслью тов. Деборина? Животное вообще и класс вообще и каждый класс в отдельности есть живое существо?

Прав ли я был, когда я считал это воскрешением взглядов схоластиков-реалистов? Прав ли я был, когда я, выражая свое недоумение, спрашивал, к какому разделу млекопитающихся

[1] «Летопись Марксизма», 1927, книга II, стр. 5.

относится «класс вообще», так как животное вообще уже никак не подведешь под млекопитающих?

Тов. Деборин сам, как это ясно из его заключительного слова, не разделяет теперь этих им же самим высказанных мыслей. В своем заключительном слове он говорит следующее: «Если бы нашелся такой дурак, который сказал бы, что вид существует в форме индивида, одного экземпляра, что вид есть индивидуальность, или что класс существует в виде отдельного лица—класса,—то это был бы средневековый реализм». Но почему же тогда тов. Деборин не снабдил вот этими самыми своими словами, в качестве примечания,—как выписку из Дицгена, так и свое собственное развитие мысли Дицгена в области социологии? А, кроме того, к чему тут ругань? Ругань вообще не аргумент, а в данном случае всякий беспристрастный читатель при анализе и сравнении того, что было написано раньше, с тем, что сейчас пишется тов. Дебориным, должен будет сказать, что лучше было бы соблюдать хотя бы элементарную осторожность в выражениях, которые во всяком случае попадают не туда, куда метил автор.

Что же, спрашивается, говорил К. А. Тимирязев в своем «Историческом методе в биологии», и что будто бы согласуется с приведенными нами словами Дицгена, и чего я не знал и не проявил пиэтета к памяти своего отца? Вот эти слова, приведенные самим Дебориным и как нельзя лучше изобличающие его приемы полемики: «Но отвлеченность общего понятия «лошадь» по отношению к обнимаемым им конкретным частным случаям не уничтожает того реального факта, что лошадь,—как группа сходных между собой существ, т.-е. все лошади,—резко отличается от всех групп сходных между собой существ, каковы: осел, зебра, квагга и т. д. Эти грани, эти разорванные звенья органической цепи не внесены человеком в природу, а навязаны ему самою природою. Этот реальный факт требует реального же объяснения» (А. К. Тимирязев, «Ист. метод в биологии», стр. 72).

И, далее, стр. 73: «Вида, как категории строго определенной, всегда себе равной и неизменной, в природе не существует; утверждать обратное значило бы действительно повторять

старую ошибку схоластиков-«реалистов». Но рядом с этим и совершенно независимо от этого вывода мы должны признать, что виды — в наблюдаемый нами момент — имеют реальное существование (виды, как группа всех лошадей, зебр, ослов, см. выше. А. Т.), и это факт, ожидающий объяснения».

Где же здесь, спрашивается, дицгеновское «животное вообще»?

Отождествление взглядов Дицгена с взглядами К. А. Тимирязева понадобилось только для отступления: «Животное вообще» и класс как живое существо заменяются теперь, после выступления столь ненавистных тов. Деборину критиков, и вполне правильно,—коллективом. В реальности существования самых разнообразных коллективов никто из материалистов не сомневался и не сомневается. Недостаточность же абстрактного определения класса как живого коллектива (ведь любое собрание, любое даже стадо есть коллектив живых существ; в чем же тогда конкретность понятия класса?) с исчерпывающей полнотой показала тов. Л. И. Аксельрод (Ортодокс) в своей статье: «Ответ на «наши разногласия» А. Деборина («Красная Новь». 1927, Май, стр. 137).

Итак, тов. Деборин, выискав у Дицгена неудачное место и распространив понятие «животного вообще» на класс, в своем заключительном слове скрыл то, что он писал раньше; но ведь книжка «Под Знаменем Марксизма», № 1—2, 1926, стр. 63, всем доступна, и кто угодно может все это проверить!

Далее К. А. Тимирязев признает, как и все материалисты, что, в данный момент истории, вид, как группа индивидов: всех лошадей, зебр, кваггиит. д., есть реальный факт. Эта мысль ничего общего не имеет с признанием «животного вообще»,—философу не следовало бы путать этих двух понятий.

И, наконец, не признавать существования «животного вообще» или «класса вообще», как живого организма живого существа, не значит считать, что вид или класс есть абстракция—идея, как это тщетно старается показать тов. Деборин. Таким образом, вся эта тяжелая артиллерия бьет мимо цели.

В своем заключительном слове тов. Деборин с негодованием отметает упрек, будто он и его ученики против электронной

теории: «Тов. Тимирязев выступил здесь с горячей защитой электронной теории, как-будто кто-нибудь вообще покушался на священную особу электрона. Разве среди наших единомышленников имеются противники электронной теории? Кто может выступать против величайших достижений науки? Тимирязев не понимает, о чем идет речь. Ему, быть может, это простительно».

Кто может выступать против величайших достижений науки?— спрашивает Деборин.

Тов. А. Максимов,—отвечаем мы еще раз,—так как на дискуссии мы приводили уже выдержку из статьи А. Максимова. (№ 1—2 «Под Зн. Маркс.», 1926, стр. 208). Это опять было скрыто тов. Дебориным в его заключительном слове. Вот эти слова: «Эти элементы теории диалектики никак не могут быть согласованы с утверждением, что вся материя состоит из тождественных мельчайших частиц, а именно из положительных ядер и отрицательных электронов».

Если вы несогласны с вашим учеником, то это надо открыто заявить, а не делать вида, что никто из т. н. «диалектиков» против теории электронов ничего не имеет. Это бесполезно, так как «что написано пером, того не вырубишь топором».

После этих предварительных замечаний переходим к самой речи.

Речь, произнесенная А. К. Тимирязевым на дискуссии в Институте Научной Философии 27 апреля 1926 г.

Я начну, товарищи, с откровенного признания. Я ни слова не скажу ни о Бергсоне, ни о его философии, ни о докладе, которого я—кстати сказать—не слышал! Но—насколько я могу судить по тому, что здесь происходило в моем присутствии,— не я первый так поступаю. Я сразу обращаюсь к гораздо более мне близкой теме.

Тов. Стэн выдвинул обвинение против естествознания, говоря, что это очаг, из которого идет в марксистском лагере зараза ревизионизма и всякого «упрощенства», а марксисты-естественники,—говорил он,—пытаются будто бы заменить диалектический материализм—механическим! К отпору против этого вредного течения, порождаемого естествознанием, т. Стэн призывал всех ортодоксальных марксистов.

Вот с этого чудовищного обвинения, если позволите, товарищи, я и—

«Начну свое повествованье.
Печален будет мой рассказ».

Всем известно, как упорно воевал Энгельс с механическим материализмом, особенно в своей «Диалектике Природы». Но он везде добавляет, что механический материализм был—материализмом «до-химическим».

С этого и нам надо начать. Энгельс много работал над химией; он знал ее лучше, чем какую-либо отрасль естествознания, и в своих выводах, касающихся естествознания вообще, он по большей части основывается на химии. Так как те товарищи, которые считают себя, и только себя, ортодоксальными марксистами, думают, что они являются продолжателями Энгельса, нам прежде всего необходимо выяснить взгляды самого Энгельса.

Мы увидим, что эти товарищи борются не только с нами, кого они называют «механистами», но и с естествознанием— с наукой вообще.

Позвольте мне прежде всего прочесть несколько отрывков из «Диалектики Природы».

«У естествоиспытателей движение всегда понимается как= механическое движение, перемещение. Это перешло по наследству из до-химического XVIII столетия и сильно затрудняет ясное понимание вещей (подчеркнуто нами. А. Т.). Движение в применении к материи—это изменение вообще (подчеркнуто Энгельсом). Из этого же недоразумения вытекает ясное стремление свести все к механическому движению,—уже Гров «сильно склонен думать, что прочие свойства материи являются и в конце концов будут сведены к видам движения» (стр. 16), чем смазывается специфический характер движения. Этим не отрицается вовсе, что каждая из высших форм движения связана всегда необходимым образом с реальным механическим (внешним или молекулярным) движением; подобно тому, как высшие формы движения производят одновременно и другие виды движения, химическое действие невозможно без изменения температуры и электричества; органическая жизнь невозможна без механических,

молекулярных, химических, термических, электрических и т. д. изменений. Но наличие этих побочных форм не исчерпывает существа главной формы в каждом случае. Мы несомненно «сведем» когда-нибудь экспериментальным образом мышление к молекулярным и химическим движениям в мозгу: но исчерпывается ли этим сущность мышления»? («Архив», II, стр. 27).

Я обращаю особенное внимание товарищей на выражение «побочные формы»; об этом нам придется еще много говорить.

Переходим теперь ко второму отрывку.

«Но в физике, а еще более в химии, не только происходит качественное изменение в результате количественного изменения, не только наблюдается переход количества в качество, но приходится рассматривать множество изменений качества, относительно которых совершенно не доказано, что они вызваны количественными изменениями. Можно охотно согласиться с тем, что современная наука движется в этом направлении, но это вовсе не доказывает, что это направление—единственно правильное, что, идя этим путем, мы исчерпаем до конца всю физику и химию. Всякое движение заключает в себе механическое движение и перемещение больших и мельчайших частей материи: познать эти механические движения является первой задачей науки, однако лишь первой. Само же это механическое движение вовсе не исчерпывает движения вообще. Движение вообще не есть простое перемещение, простое изменение места, в надмеханических областях оно является также и изменением качества. Если мы должны сводить все различия и изменения качества к количественным различиям и изменениям, к механическим перемещениям, то мы с необходимостью приходим к тому положению, что вся материя состоит из тождественных мельчайших частиц, и что все качественные различия химических элементов материи вызываются количественными различиями в числе и пространственной группировке этих

мельчайших частиц при их объединении в атомы. Но до этого нам еще далеко» (стр. 143). Последняя фраза так называемыми «ортодоксальными» марксистами обыкновенно не упоминается, при чем вся гениальная мысль последнего абзаца, предвосхищающая современную электронную теорию, обычно изображается как предположение, хотя и высказанное Энгельсом, но для него самого неприемлемое. Эту мысль рассматривают как предположение, которое он ставит, но потом сам же отбрасывает.

Наконец, в третьем отрывке Энгельс пишет: «Все качественные различия в природе основываются либо на различном химическом составе, либо на различных количествах или формах движения (энергии), либо, — что имеет место почти всегда, — на том и другом.

Таким образом, невозможно изменить качество какого-нибудь тела без прибавления или отнимания материи, либо движения, т.-е. без количественого изменения этого тела» (стр. 221).

Если мы не будем связывать эти мысли друг с другом и будем придираться к словам, то мы здесь найдем противоречия, которых по существу, однако, в них нет.

Чтобы выяснить, как надо понимать, как надо связывать между собой мысли, высказанные Энгельсом в этих отрывках, надо подойти к «Диалектике Природы», как подходят обычно марксисты: надо рассматривать их с исторической точки зрения. Какова была химия в то время? У Энгельса есть меткая фраза: «Дальтон, а не Лавуазье,—отец химии». Действительно, Дальтон на основании атомной теории объяснил разнообразие химических соединений. Это разнообразие объясняется составом частиц этих соединений из атомов, которые при химических процессах рассматривались как неделимые. Но Дальтон и его последователи были по существу диалектиками. Установив существование «неделимых», они поставили вопрос: а нельзя ли эти «неделимые» разделить? Из того, что атомы не делятся при химических реакциях, вовсе не следует, что они не могут быть разделены ни при каких условиях вообще. Было сделано предположение, что все атомы построены из водорода. А если

это так, то, принимая вес атома водорода за единицу, мы должны получить для всех атомных весов целые числа.

Как раз в ту пору, когда Энгельс начал изучать химию, было уже установлено, что отношения всех атомных весов к атомному весу водорода не выражаются целыми числами. Смелая гипотеза о водороде как первичной материи была, казалось, окончательно опровергнута опытными данными. Вот почему Энгельс, как исключительно осторожный мыслитель, говорил: не доказано, что различные качества химических элементов обусловлены числом первичных атомов в атомах этих элементов.

Современные теории строят материю из электронов и протонов (протон—ядро атома водорода, связанное с положительным электрическим зарядом). Мы возвратились таким образом теперь до известной степени к старой теории начала XIX столетия. Теория электронов, «отрицая» «отрицание старой теории», восстановляет взгляды первых атомистов XIX века на новой, высшей основе.

Весьма характерно, что для Энгельса вопрос был ясен уже после открытия периодической системы элементов Менделеевым. В самом деле, периодическая система показывала, как изменения атомного веса связаны с изменением качеств—химических свойств атомов. Вот почему в третьем отрывке, написанном после открытия Менделеева, Энгельс говорит: невозможно изменить качество какого бы то ни было тела «без прибавления или отнимания материи, либо движения, т.-е. без количественного изменения этого тела».

Это мое толкование, основанное на изучении книги Энгельса в связи с историей химии, провозглашается моими противниками как... ревизионизм!

Странно только одно: Ленин приветствовал электронную теорию как раз за то, что она сводит все разнообразие химических элементов к двум.

Ленин в своем «Материализме и эмпириокритицизме» говорит (о ужас! А. Т.), что современное естествознание ведет к единству материи, так как уже тогда, когда писал Ленин свою книгу, были известны как электроны, так и положительно заряженные частицы. Далее Ленин писал, что «реакционные

поползновения порождаются самим прогрессом науки. Крупный успех естествознания, приближение к таким однородным и простым элементам материи, законы движения которых допускают математическую обработку (какая ужасная ересь, с точки зрения современных «ортодоксальных»! А. Т.), порождает забвéние материи математиками: материя исчезает, остаются одни лишь уравнения» (том X, стр. 259).

Здесь Ленин с удивительной проницательностью подметил тяжелую болезнь современной физики. Но для нас важно, что приближение к простым однородным элементам материи расценивается Лениным как громадный успех, как прогресс естествознания!

Электронная теория вовсе не казалась Ленину ужасным очагом ревизионизма; наоборот, он видел в ней торжество диалектического материализма. «Вместо десятков элементов удается, следовательно, свести физический мир к двум или трем (поскольку положительный и отрицательный электроны составляют «две материи существенно различные», как говорит физик Пелла). Естествознание ведет, следовательно, к «единству материи» (Ленин, том X, стр. 217).

Что же говорят наши «ортодоксальные» марксисты?

Тов. Максимов заявляет: Электронная теория непримирима с ортодоксальным марксизмом: диалектика не согласуется с этой теорией строения материи! «Эти элементы теории диалектики никак не могут быть согласованы с утверждением, что вся материя состоит из тождественных мельчайших частиц, а именно из положительных ядер и отрицательных электронов» (А. Максимов, «Под Зн. Маркс.», 1926, № 1—2, стр. 208). Кажется, достаточно ясно!

Но тогда, товарищи, если при вас говорит радиоприемник,— затыкайте себе скорее уши, так как звуки речи или музыки вызываются движениями тех самых электронов, которые противоречат... диалектике, и которых вы не признаете! Если же вы с одной стороны их не признаете, а с другой—все-таки слушаете радио, то вас всех можно обвинить в эклектизме! Это обвинение сейчас щедро рассыпают те, кто присвоил себе монополию на ортодоксальный марксизм.

Переходим теперь к вопросу о качестве.

Современная физика приходит к выводу, что атомы построены из ядра, несущего положительный электрический заряд, и вокруг этого ядра движутся наподобие планет отрицательно заряженные электроны. Те из электронов, которые находятся в наружной части атома, определяют химические свойства данного атома. У кислорода, например, в наружной части атома 6 электронов, а у азота—5 и у углерода—4.

Знаменитый физик Томсон, основываясь на этой теории, произвел изумительные опыты. Он поместил смесь кислорода и водорода в разрядную трубку и отбил у атомов кислорода 6-й электрон; их осталось пять, т.-е. столько, сколько их находится в наружной части атома азота. И вот эти атомы кислорода, лишенные своего шестого электрона, оказались по своим химическим свойствам похожими на азот! Присутствующие здесь товарищи, надо полагать, мало знакомы с химией, но все-таки вы, я полагаю, знаете, что формула воды—H_2O. Выбив один из электронов из атома кислорода, Томсон получил невиданное доселе соединение H_3O, вполне аналогичное аммиаку H_3N, типическому соединению азота с водородом! Выбив еще один электрон из атома кислорода и доведя, таким образом, число наружных электронов до 4, т.-е. до числа наружных электронов в атоме углерода, Томсон получил столь же новое, никем не виданное соединение H_4O, вполне аналогичное типическому соединению углерода с водородом—метану H_4C.

Другими словами, Томсон кислороду придал качества азота и углерода, отделяя один за другим электроны в наружной части атома. Я думаю, что мы здесь получаем прекрасные уроки самой настоящей диалектики, которая сама выступает в этих удивительных опытах. [1]

Мы видим, что физика проникла на территорию химии; потому Томсон вполне прав, когда он говорит, что граница между физикой и химией «до сих пор была реальной», а теперь

---

[1] Тов. Деборин с негодованием замечает в своей «критике», что я предлагаю учиться диалектике у Томсона. Несмотря на все нападки, я продолжаю думать, что всякое конкретное исследование, в котором диалектика явлений природы вскрыта таким образом, что она бросается в глаза, может и должно служить школой-руководством для того, чтобы научиться находить эту диалектику в каждом примере, как говорил Ленин, а не рассматривать ее, как сумму примеров.

«барьер падает». Химия вынуждена была констатировать факты: такой-то атом соединяется с таким-то. Электронная теория дала нам возможность поставить вопрос: почему одни атомы вступают в соединение, а другие не вступают, почему одни соединения прочны, а другие—нет?

К ужасу наших «диалектиков», механист Томсон разрушает границу между двумя науками! А я думаю, что только теперь устанавливается настоящий диалектический переход между химией и физикой!

Под свою будто бы марксистскую критику электронной теории нашим противникам необходимо было подвести методологический фундамент. Этот фундамент мы можем найти в статье нашего уважаемого председателя тов. А. Деборина, напечатанной в № 10—11 «Под Знам. Марксизма» за 1925 год. Вот, что мы там читаем на стр. 18: «Вопрос о возможности «сведения» химии и биологии к механическим законам есть вопрос принципиальный. Его методологическая постановка и разрешение не могут находиться в зависимости от того, достигнуто ли уже или не достигнуто еще практически такое сведение». Во-первых, электронная теория связана с механикой эфира, а не просто с механическими законами, и, во-вторых, здесь самым явным образом диалектика переворачивается на голову. Называйте меня антидиалектиком, ревизионистом и всякими другими ругательными словами, но я утверждаю: вы сами диалектику перевернули на голову,—это все, что хотите, но это не марксистская диалектика.

Перевертывание диалектики на голову никогда не приводит и не может привести к добру, и примеры этих тяжелых последствий мы находим опять в статьях нашего уважаемого председателя.

В одной из своих статей он цитирует одно неудачное место из Дицгена. Ведь Дицген не причисляется к «отцам церкви», как выражается тов. Я. Стэн, и поэтому я не рискую, кажется, прослыть ревизионистом, если я с ним кое в чем не соглашусь; наши основоположники кое в чем также не соглашались с ним и даже называли его, порой, путаником. [1] Вот эта, по нашему

[1] Есть ли это похлопывание по плечу Дицгена, как об этом говорит т. Деборин?

мнению, неудачная мысль Дицгена: «До Дарвина нам были известны только живущие отдельные экземпляры животных, животное вообще существовало лишь как отвлеченное понятие. Но со времени Дарвина мы узнали, что не только отдельные экземпляры, но и животное вообще существует, движется и изменяется, переживает историю, представляет собой организм, состоящий из многих членов». [1]

«Он доказал нам, что собирательное животное представляет собой не мертвое отвлеченное понятие, а движущийся процесс, лишь скудную картину которого давало нам до сих пор наше познание» (цит. по сборнику «Дарвин и Маркс», ред. Равич-Черкасского, 1923, стр. 120—121). Приведя эту выписку, тов. Деборин развивает эту мысль дальше: «То же самое мы можем сказать и относительно Карла Маркса (? А. Т.), который впервые показал, что общественный класс существует, движется и изменяется, переживает историю, рождается, борется и умирает; что общественный класс, словом, не отвлеченное понятие, а живое коллективное существо» (А. Деборин, «Под Знам. Марксизма», стр. 63, № 1—2).

Итак, животное вообще и класс есть живое существо!

Но позвольте спросить: к какому же разряду млекопитающих относятся эти животные вообще или класс? Да и можно ли вообще животное вообще относить к млекопитающим? Не к ночи будь они помянуты, что если кому-либо из здесь присутствующих во сне приснится такое чудовище? Это будет самый настоящий кошмар!

Что хотите, товарищи, все это не диалектика, а самая настоящая средневековая схоластика! Незачем говорить, будто естественники-марксисты отождествляют диалектику со схоластикой. Мы считаем схоластикой только ваши неудачные выступления, прикрытые одним лишь словом диалектика, а по существу не имеющие с ней ничего общего. Это не диалектика, а воскрешение средневековой схоластики — схоластиков-реалистов.

---

[1] Тов. Деборин пишет, что не мне разбирать, что у Дицгена хорошо и что плохо. А я все-таки продолжаю думать, что моя оценка правильна, и никто из марксистов, положа руку на сердце, не похвалит за эту мысль Дицгена!

Точно так же и ваш упрек, будто мы не признаем специфичности, не обоснован. Никто специфичности не отрицает, но мы все-таки полагаем, что основная задача науки—объяснять специфичность, — объяснять, откуда берется новое качество, как это в химии сделал Томсон, объяснивший, почему кислород соединяется с двумя атомами водорода, а азот—с тремя, и научивший нас придавать кислороду качества азота.

Если же следовать вашему совету, то надо повесить два плаката: на одном написать—качество, а на другом—специфичность и смотреть на эти плакаты, по русской пословице, как козел на воду!

Переходим теперь к вопросам, связанным с биологией. Минувшей осенью много шума было поднято по поводу выражения Энгельса «побочные формы» в одной из его заметок, которую мы уже цитировали (см. выше стр. 27). Я думаю, что к тому, что написано в «Диалектике Природы», и особенно к разрозненным заметкам надо относиться очень осторожно. Их надо рассматривать в их общей связи. Нельзя выхватывать отдельные выражения, а часто даже отдельные слова, как это теперь делается, и раздувать их в целую доктрину.

У нас как-то вошло в привычку ухватываться за неудачное выражение и даже за опечатки. Так, например, в «Анти-Дюринге» в одном месте вместо «кипение» сказано по ошибке «испарение», и эта случайная обмолвка теперь довольно часто повторяется. Ученики, повторяющие только обмолвки, встречающиеся, к тому же, в ничтожном количестве, и строящие на этих обмолвках целые теории, не принадлежат к числу хороших учеников!

«Побочные формы»—неудачное выражение, так как может подать повод к очень скользким рассуждениям, что, к сожалению, и случилось. Сопоставим с приведенной нами уже выдержкой из Энгельса, где говорится о побочных формах, следующие строки из той же «Диалектики Природы».

«Если химии удастся изготовить белок, то химический процесс выйдет из своих собственных рамок, как мы видели это выше относительно механического процесса. Он проникает в обширную область органической жизни. Физиология есть, разумеется, физика и в особенности химия живого тела, но вместе

с тем она перестает быть специально химией: с одной стороны, сфера ее действия здесь ограничивается, с другой—она поднимается на высшую ступень» («Диалектика Природы», стр. 197). Здесь речи нет о том, что законы физики и химии в биологии являются чем-то побочным. [1]

Нельзя ведь сказать, что водород и кислород, из которых получается нечто принципиально новое—вода, являются чем-то побочным по отношению к воде, так как, кроме атомов водорода и кислорода в их взаимодействии, в воде нет решительно ничего. Вкривь и вкось истолковав неудачное выражение «побочные формы» и глумясь над биологами-механистами, распространяющими методы физики и химии на биологию, наши противники играют на руку виталистам и всем вообще темным силам. Недаром мы слышим выражение: «советский витализм»,—это совсем не шутка!

Мы против этого витализма так же, как и против всякой другой его формы, будем бороться!

Укажу на один пример. Недавно мы читали глумления над книжкой Боссэ: «От неживого к живому», где излагаются замечательные опыты Ледюка. Эта «критика» была с торжествующими улыбками встречена виталистами!

Мысль, что Ледюк захотел получить в колбочке из неорганических веществ грибы и растения, может придти в голову только тем, кто ее не читал, а если читал, то не понял. Как исходный материал были взяты соединения неорганические, и в результате получились такие же неорганические соединения. Но дело вовсе не в этом. Важно то, что в этих опытах

[1] В нашей статье в «Вестнике Коммунист. Академии», XVII книга, мы подробно останавливаемся на вопросе о «главных» и «побочных» формах. Никто никогда не утверждал, что физиология = физика + химия. В живом организме физико-химические явления протекают в гораздо более сложной обстановке, и вот эти более сложные условия и есть то, что Энгельс называет «главными формами» в отличие от «побочных».

Необходимо выяснить,—и эта задача еще биологией не решена,—что именно нового получается при взаимодействии физико-химических процессов в той сложной обстановке, какая налицо в живом веществе. Химия и физика «перерастают» в биологию, это именно и говорит Энгельс, и ничего постороннего и потустороннего тут не привносится, как это видно из только что приведенной нами цитаты.

брались бесформенные элементы, и из них возникали формы, очень похожие на органические формы,—этого и не поняли мудрые критики. А для диалектика возникновение формы из аморфного—в достаточной мере интересное явление!

Вообще никто теперь не думает произвести человека в колбе в 24 часа и заставить в минуту проделать процесс развития органического мира, который длился миллионы лет. Но попытки получения из неорганических веществ элементарнейшего организма, о чем говорит и Энгельс, есть задача, которую марксисты должны приветствовать, а не глумиться над нею, что на руку только одним попам.

Очевидно сознавая, что на двух словах «побочные формы», вырванных из общей связи, строить какие бы то ни было теории по меньшей мере неудобно, наши «ортодоксальные» и в особенности товарищ Я. Стэн выдвинули теперь новую теорию «специфичности жизни».

Оказывается, что в биологии выдвигается в отличие от наук неорганического мира исторический метод. В этом и состоит специфическое отличие живого от неживого.

Простите меня, товарищи, может быть, вы опять скажете, что я плохо знаю диалектику, а я все-таки утверждаю, что диалектик каждое явление должен рассматривать в его развитии, т.-е. применять исторический метод! Это в равной мере относится как к живой, так и к неживой природе, и ничего тут специфичного для жизни нет!

Ведь уже Кант в своем классическом сочинении «Естественная история и теория неба» применил исторический метод к изучению происхождения солнечной системы из туманности, а ведь туманность не относится к живым существам, не так ли?

Говорить, что исторический метод, как бы велико его значение ни было именно для биологии, является чем-то специфически отличающим биологию от наук, изучающих неорганический мир,—значит обнаруживать полное незнакомство с современной наукой. Стоит только подумать о том, как открытие радиоактивных процессов развернуло перед нами картину развития—историю химических элементов!

Есть еще один вопрос, по поводу которого на прошлом собрании раздавалась масса всяких выпадов против естественников, — это вопрос о случайном и необходимом. Есть одно замечательное место в «Диалектике Природы», дойдя до которого, считающие себя ортодоксальными марксистами по преимуществу прекращают дальнейшее чтение, от того ли, что им в этот самый момент типун на язык садится, или от какого-либо другого случайного в своей необходимости явления. Вот эти замечательные строки: «Дарвин в своем составившем эпоху произведении исходит из крайне широкой, покоящейся на случайности фактической основы. Именно незаметные случайные различия индивидов внутри отдельных видов, различия, которые могут усиливаться до изменения самого характера вида, ближайшие даже причины которых можно указать лишь в самых редких случаях, именно они заставляют его усомниться в понятии вида, в его прежней метафизической неизменности и постоянстве» («Диалект. Природы», стр. 195). Таким образом, Дарвин положил в основу закономерности то, что до Дарвина считалось случайным. В ответ на упреки, раздававшиеся еще в последней четверти XIX столетия, что весь дарвинизм основан на случайности, К. А. Тимирязев в своей статье «Опровергнут ли дарвинизм?» указывает, что и в неорганическом мире любой процесс связан с целым хаосом так называемых «случайностей». Эта мысль поясняется примером движущегося железнодорожного поезда. [1]

[1] Приводим выписку из статьи К. А. Тимирязева: «Опровергнут ли дарвинизм? Ч. Дарвин и его учение». ГИЗ, 1921, которая за недостатком времени не была оглашена при произнесении речи: «Или, еще лучше, убедите человека, садящегося в поезд Николаевской железной дороги с расчетом быть завтра в Петербурге,—убедите его, что эта уверенность основана на целом хаосе нелепейших случайностей. А между тем с философской точки зрения это верно. Какая сила движет паровоз? Упругость пара. Но физика нас учит, что это только результат несметных случайных ударов несметного числа частиц, носящихся по всем направлениям, сталкивающихся, отскакивающих и т. д. Но это далеко не все. Есть еще другой хаос случайных явлений, который называется трением. Вооружимся микроскопом, даже не апохроматом, а идеальным микроскопом, который показал бы нам, что творится с частицами железа там, где колесо локомотива прильнуло к рельсу. Вот одна частица зацепила за другую, как зубец шестерни, а рядом две, может быть, так прильнули, что их не

Удары частиц пара о поршень в цилиндре паровоза, взаимодействия частиц колеса и рельса случайны в том смысле, что на результат процесса не влияет, какая именно частица ударилась о поршень в данный момент; важно только, чтобы их было достаточное число. Но из всех этих случайностей слагается вполне определенный результат,—поезд доезжает до места назначения, и, что еще важнее, движение каждого атома причинно обусловлено. Мы, естественники, не приравниваем случайного, как вы, к беспричинному.

Деборин: Может быть, вы приведете цитаты?

Тимирязев: Я уже достаточно приводил цитат. [1]

Деборин: Я удовлетворен.

Тимирязев: Очень рад.

Итак, я кончаю. Сходен ли современный естественно-научный материализм с тем, который критиковал Энгельс? Нет, не сходен! Естествознание и, в частности, даже механика сделали большие успехи и далеко ушли от того механического материализма, о котором говорил Энгельс.

Надо заметить, что у Энгельса в его «Диалектике Природы» есть несколько ошибок. В борьбе с ползучим эмпиризмом он меньше внимания обращал на такую уже сильно развившуюся науку, какой являлась механика даже в те времена, когда писал Энгельс. В механике и тогда уже было мало ползучего

разорвать; вон третья оторвалась от колеса, а вон четвертая—от рельса, а пятая, быть может, соединившись с кислородом и накалившись, улетела, Это ли не хаос? И, однако, из этих двух хаосов,—а сколько бы их еще набралось, если бы посчитать!—слагается, может быть, и тривиальный, но вполне определенный результат, что завтра я буду в Петербурге.

Итак, мы вправе назвать естественный отбор механизмом, механическим объяснением не потому, чтобы в основе его не лежало элементов случайности, а, наоборот, потому, что в основе всякого сложного механизма нетрудно найти этот хаос случайностей».

[1] У нас не были отмечены во время дискуссии цитаты по этому вопросу, так как мы не предполагали особенно подробно останавливаться именно на этом вопросе. Приводим здесь сейчас в этом подстрочном примечании достаточно характерную цитату: «Изменения эти мы считаем случайными не потому только, как это подчеркивает Дарвин, что причины их нам неизвестны. Они случайны в более объективном смысле» (?! А. Т.). «Под Зн. М.», № 1—2, 1926, стр. 86. По этому вопросу см. нашу статью в «Вестнике Комм. Академии», книга XVII.

эмпиризма. Поэтому, вероятно, он меньше интересовался механикой, и поэтому у него в области механики есть несколько ошибок.

Защищая свои сомнительные позиции, наши товарищи, считающие только самих себя за настоящих ортодоксальных марксистов, вынуждены опираться на все, что есть реакционного в современном естествознании. Тов. Вишневский[1] цитирует самые неудачные мысли у Планка. То же самое делает и тов. Стэн. Эти товарищи опираются далее на самые неудачные мысли Бора и на реакционную книжонку Ганса Витте. Вот, посмотрите, к какому выводу приходит Витте: «Переоценка понятия бытия, как это имеет место в некоторых школах материалистической философии, заставляет искать механической модели электромагнитного поля». А Энгельс как раз приветствовал механические модели Максвелля и говорил, что очередная задача физики есть построение механики эфира!

На прошлом заседании в своей речи т. Баммель оговорился: он сказал вместо «борьба с механистами»—«борьба с материалистами». По существу это была не оговорка, т. Баммель сказал правду! Вы, товарищи, боретесь с материализмом. В минуту сомнений Планк говорил о волнах, которые не имеют материального носителя. Вы же вынуждены блокироваться с ним как раз в этих самых его неудачных выступлениях, как блокируетесь вы со всем темным, что есть в современном естествознании.[2]

Итак, мы приходим к следующим выводам.

Обвинения нас, марксистов-естественников, в том, что мы выступаем против диалектики, неверно. Эту демагогию давно пора бросить. Мы идем по пути, указанному Энгельсом. Но диалектика, говорим мы, должна стоять твердо на ногах. Вы же эту диалектику перевертываете на голову, хотя и считаете себя самыми ортодоксальными из ортодоксальных, и поэтому вам приходится в области естествознания, хотите вы того или нет, вступать в союз со всеми темными силами.

Это печальное явление я не могу иначе охарактеризовать, как словом—обскурантизм!

---

[1] «Под Знаменем Марксизма», 1925, № 7—8.

[2] О союзе с махистами, который наметился с особенной ясностью за последний 1927 год, мы намерены поговорить в другом месте.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

С тех пор как была произнесена эта речь, ее автор развил некоторые из высказанных им мыслей в статье: «Воскрешает ли современное естествознание механический материализм XVIII столетия?» («Вестник Коммун. Академии», книга XVII).

На эту статью имеются уже два ответа: один—т. Н. Карева—«О наших естесвоиспытателях, «путешествующих в диалектическом» («Под Знам. Маркс.», стр. 24. Ноябрь, 1926), и другой—тов. А. Деборина:—«Механисты в борьбе (? А. Т.) с диалектикой» (ответ А. К. Тимирязеву) («Вестник Коммун. Акад.», книга XIX, 1927. стр. 21).

Прежде всего приведем те выводы, к которым мы пришли в упомянутой уже нами нашей статье. Эти выводы формулированы в следующих четырех тезисах:

I. Тов. Деборин утверждает, что современное теоретическое естествознание стоит на почве механического материализма XVIII столетия. Мы утверждаем и, думаем, доказали, что этого нет, что диалектика стихийно завоевывает естествознание, и с каждым днем все больше и больше именно потому, что все процессы протекают в природе диалектически. Признавать успехи теоретического естествознания, проверенные практикой, и считать, что эти теории построены на антидиалектическом материализме XVIII столетия,—значит попросту отрицать диалектику природы.

II. Тов. Деборин утверждает, что «вопрос о возможности сведения» химии и биологии к механическим законам есть вопрос **принципиальный**. Его методологическая постановка и разрешение не могут находиться в зависимости от того, достигнуто ли уже или не достигнуто еще практически такое сведение» («Под Знаменем Марксизма», № 10—11, 1925).

Мы полагаем, во-первых, что такая «принципиальность», идущая вразрез с «практикой», есть переворачивание диалектики на голову. В естествознании так же, как и в общественных науках, методолог-марксист должен опираться на конкретную действительность. Во-вторых, как мы видели (стр. 134 «Вестника Коммун. Академии», XVII), естествознание—реальное, не фантастическое—не считает, что «сведение» равняется

отождествлению. «Специфичность» явлений никем не отрицается, но настоящий методолог-марксист должен не ограничиваться констатированием этой специфичности; он должен ее объяснить, и, кроме того, диалектика требует, чтобы, признавая специфичность, мы не забывали об отсутствии в природе абсолютных граней (hard and fast lines). Выпячивание «специфичности» привело к тому, что естественники, зараженные «махизмом», методом чистого описания, не считающие необходимым устанавливать связи между различными категориями явлений, для которых метод чистого описания дает специфические законы, законы sui generis, были зачислены некоторыми товарищами-марксистами как проводники диалектического материализма в «механистическом» естествознании!

III. Слово «механист» в буржуазной литературе употребляется вместо запрещенного слова «материалист». В «Материализме и эмпириокритицизме» Владимир Ильич приводит целый ряд примеров, как именно механисты оказывались по существу стихийными диалектиками.

В современном естествознании число этих примеров сильно возросло. Наоборот, тов. Деборин думает, что «механист»—это тот, кто весь мир строит из «однородных», «бесформенных», «бескачественных» материальных точек, которые к тому же лишены еще «всяких свойств» («Под Знам. Марксизма», 1926, № 3, стр. 9). Наше обследование показало, что таких механистов в природе вообще не существует!

IV. Нам предлагают признать, что все естествознание не диалектично, и что его надо сызнова перестроить, а так как это требует многих и многих лет, то надо принять естествознание так, как оно есть! Мы же думаем, что надо и в естествознании, как нас учил Ленин, и притом теперь же, не откладывая в дальний ящик, научиться различать «живые, жизнеспособные существа» от «мертвых отбросов» и не смешивать то и другое вместе.

По поводу этих тезисов тов. Карев в цитированной нами статье пишет следующее: «Тов. Тимирязев подводит итог всем смертным грехам «новейшей школы марксизма», главой которой является тов. А. М. Деборин, допрашивает ее с пристрастием и формулирует обвинения, «чему следуют пункты». Правда,

в конце статьи в три с лишним листа он насчитывает их только четыре (подчеркнуто нами. А. Т.), да и те, как мы увидим в дальнейшем, не без изъянов, но это лишь по своей природной незлобивости». Во-первых, очень признателен за комплимент о моей незлобивости, хотя бы и природной, а не благоприобретенной, во-вторых, не могу скрыть изумления по поводу замечания: «только четыре» пункта обвинения!

Тов. Карев! От вас-то я никак не ожидал такого пристрастия к количеству; ведь разве все дело в количестве обвинительных пунктов? О качественной стороне этих пунктов вы так читателю ничего и не сказали на всех 34 страницах вашей статьи! Кроме немотивированного замечания, что эти пункты «не без изъянов». Каких? Читатель так и не узнает! Очевидно, тут виной была поспешность, так как предполагать, что автор по рассеянности забыл, что он в начале статьи дал обещание читателю,—не приходится: рассеянность есть качество, есть удел маститых профессоров, а в данном случае автор к его благополучию не принадлежит к этой категории.

Переходим к вопросам более существенным. Тов. Деборин и его школа очень часто ссылаются на слова Ленина, что диалектика не есть сумма примеров, и каждый раз считают это нужным мне напомнить, когда я в своих статьях иллюстрирую те или другие положения диалектики примерами из естествознания. Правда, мои критики даже в оценке приводимых мной примеров не вполне согласны друг с другом.

«Тов. Тимирязев все мои принципиальные указания использовал и постарался осветить их на еще нескольких всем известных примерах из области физики, составляющей его специальность. Характерно, что самые примеры были ему подсказаны «деборинцами» в дискуссии». Это пишет тов. Деборин («Вестн. Коммун. Академии», XIX, стр. 24) и на той же странице продолжает: «Я охотно допускаю, что до тов. Тимирязева из моих писаний ровно ничего не дошло» (! А. Т.). Таким образом, я все указания использовал, но их в то же время и не читал, предпочитая, очевидно, «св. предание»—«св. писанию». Правда, на стр. 26, забыв, очевидно, от большого раздражения, что было им же написано на стр. 24, т. Деборин пишет: «Для этого ему (читателю. А. Т.) следует только перелистать цитируемую

т. Тимирязевым статью мою «Энгельс и диалектика в биологии» («Под Знам. Марксизма», № 1—2, за 1926 г.), откуда, как уже было сказано, тов. Тимирязев почерпнул для себя кое-какие сведения». Что же это значит: я и читал и не читал! Или, быть может, и это есть диалектика? Далее примеры, будто бы, все мне подсказаны «деборинцами» (хотя примеры из области молекулярной физики, о которой идет речь, можно найти уже и в моем руководстве «Кинетическая теория материи», ГИЗ, 1923 г., написана в 1919 г.).

Тов. Карев иного мнения. «За примеры тов. Тимирязеву можно быть только благодарным, и если сравнить его нынешние примеры с теми примерами, которые еще так недавно он приводил в своей статье о «Диалектическом методе и современном естествознании», то нельзя не признать, что философская критика последних лет оказалась в известной степени небесполезной даже для наиболее твердо... каменных механистов» (стр. 31). Что значат прежде всего точки после слова «твердо», осталось для меня тайной, а догадок строить не буду. В данном и только в данном случае hypotheses non fingo! Но оставим это в стороне. Если даже противники мне благодарны, значит они не все мне успели подсказать, оставив кое-что, очевидно, и мне самому, не так ли? Кроме того, буду очень благодарен за указание, где напечатана философская критика моих прежних статей, написанных еще до дискуссии, когда мои теперешние противники ничем своих разногласий со мной не выражали или, может быть, и просто их не имели. Из каких, в самом деле, критических писаний, по мнению т. Карева, я кое-чему научился? Увы и ах! Если я чему-либо научился за эти последние годы, то во всяком случае не от деборинской школы, а прежде всего из одной книжки, название которой... «Диалектика Природы», и автором которой является не кто другой, как Фридрих Энгельс! А, во-вторых, из чтения и перечитывания как новейших, так и старых работ по своей специальности!

По мысли Ленина, на которую любят неудачно ссылаться мои уважаемые противники, диалектика—не сумма примеров. Надо научиться отыскивать законы диалектики в каждом примере. А этого не сделаешь без разбора конкретных данных современного естествознания! В этом и только

в этом смысле я говорил и говорю, что диалектике можно и должно учиться и у Больтцмана, и у Томсона, и у Смолуховского, и даже у Гельмгольтца, несмотря на его кантианские выпады. Ведь Ленин блестящим образом показал, что Гельмгольтц, как философ, был непоследователен, восхваляя с одной стороны Канта и придерживаясь в то же время в своих специальных работах стихийного материализма. Нынешние критики Гельмгольтца забыли, что Ленин говорит о критике Гельмгольтца и «справа» и «слева», а этого путать философам не полагается.

В моей статье «Диалектика Природы» Энгельса и современная физика» (сборник II «Диалектика в природе», Вологда), я привел несколько превосходных формулировок Гельмгольтца, разъясняющих диалектические переходы отдельных областей физики друг в друга.

Теперь мы подходим к самому корню наших разногласий. Те, кого называют механистами, полагают, что изучение конкретных фактов и явлений природы и общества должно быть доведено до такой ступени, чтобы диалектика этих процессов выступила из них самих. Наши противники считают, что в области естествознания надо сформулировать раз навсегда общие положения в роде: «Нет положительного электричества без отрицательного; нет рассеяния энергии без ее концентрации; нет действия без противодействия и т. п.» (Деборин, стр. 59). «Задача состоит в том, чтобы охватить с диалектической точки зрения естествознание в целом» (Деборин, там же). Эти общие и расплывчатые формулировки дают полное и ясное объяснение тому непонятному на первый взгляд обвинению, которое было выдвинуто против меня тов. Дебориным, именно будто я проповедую «хвостизм в естествознании»!!! (стр. 61, «Вестник Коммун. Академии», XIX). «Замечательная теория!—пишет Деборин.—Одно только занятие и остается на долю естественника-марксиста: отметать мусор и выискивать все ценное в чужих работах, показывать, что естествознание одерживает свои блестящие победы, когда оно стоит на почве диалектики! Это—хвостизм в естествознании. После того как одержаны блестящие победы, приходит наш «теоретик» и начинает «показывать» на ряде «примеров», что диалектика лучше метафизики. Это, конечно,

тоже почтенное занятие, но это, как говорится, дело десятое. Мы стремимся к тому, чтобы диалектика руководила, указывала правильный путь естествоиспытателю, а не то, чтобы она ковыляла за «блестящими успехами» и подбирала мусор и ценные зерна, отделяя одно от другого».

Прежде всего вспомните, что писал Ленин о современном естествознании и в частности о физике: «Современная физика лежит в родах. Она рожает диалектический материализм. Роды болезненные. Кроме живого и жизнеспособного существа, они дают неизбежно некоторые мертвые продукты, кое-какие отбросы, подлежащие отправке в помещение для нечистот. К числу этих отбросов относится весь физический идеализм, вся эмпириокритическая философия вместе с эмпириосимволизмом и проч. и т. п.». Разве мы не видим и теперь постоянных новых вспышек эмпириокритической философии на почве современного естествознания, разве мы не видим больше «отбросов»? Нет! Мысли Ленина не устарели! Значительные, прямо, можно сказать, подавляющие массы ученых не являются сознательными диалектиками, но они стихийно в процессе своей работы производят правильный отбор «жизнеспособных существ», иногда при этом, конечно, и ошибаются. Разве марксисты не должны помочь им в этом? Такая реальная помощь в процессе самой работы и объяснение происхождения ошибок всего лучше будут способствовать тому, что стихийная диалектика станет постепенно переходить в сознательную. Таким и только таким способом можно доказать, почему всякий сознательный работник должен тщательно изучать диалектику. Это вовсе не «десятое дело», как думает тов. Деборин.

Но, наконец, и это самое главное. Разве кто-либо и когда-либо применяет диалектику в исследовательской работе так, как предлагает тов. Деборин? По Деборину, указания диалектики должны предшествовать исследованию. Мы видели: «методологическая постановка и разрешение» не могут находиться в зависимости от практики! Это глубокое заблуждение. Знание основных законов диалектики не освобождает нас от детального исследования. Вспомните, как отвечает Энгельс на легкомысленное обвинение Дюринга в том, как, по Марксу, сумма сбережений превращается в капитал только потому,

что количество переходит в качество! Энгельс отсылает Дюринга к «Капиталу» и напоминает ему, какое сложное исследование было предварительно выполнено. «И только после этих и притом еще более подробных рассуждений, для освещения и обоснования того факта, что не каждая любая незначительная сумма ценностей достаточна для превращения ее в капитал, и что в этом отношении каждый период развития и каждая отрасль промышленности имеют свою минимальную границу,— только после всего этого Маркс замечает: «здесь, как и в естествознании, подтверждается верность открытого Гегелем в его «Логике» закона, что чисто количественные изменения в известном пункте переходят в качественные различия» («Анти-Дюринг», стр. 79).

Что же, это, по тов. Деборину, хвостизм в общественных науках??? По поводу закона отрицания отрицания, в ответ на такие же легкомысленные заявления Дюринга, Энгельс пишет: «Итак, если Маркс называет этот процесс[1] отрицанием отрицания, он вовсе не думает доказать этим историческую необходимость процесса.

Напротив, после того, как он исторически доказал, что этот процесс частью уже совершился и частью еще должен совершиться, только после этого он характеризует его еще, как процесс, совершающийся согласно известному диалектическому закону» («Анти-Дюринг», стр. 86; подчеркнуто нами).

Что же, это тоже хвостизм?! В том-то и дело, что, по Деборину, диалектику в естествознании надо применять не так, как ее применяли Маркс, Энгельс и Ленин. В общественных науках, по Деборину, может оставаться марксистская диалектика, по крайней мере он против нее не возражает, а естествознанию достаточно и гегелевской, предписывающей природе ее законы, а не извлекающей эти законы из природы. А для извлечения этой диалектики из природы

[1] Речь идет о следующем: «Капиталистический способ производства и присвоения, а потому и капиталистическая частная собственность, является первым отрицанием индивидуальной частной собственности, основывающейся на собственном труде. Отрицание капиталистического производства производится им же самим с необходимостью естественного процесса. Это – отрицание отрицания».

необходимо в каждом конкретном случае тщательное исследование, которое надо довести до того, чтобы диалектика сама выступила в качестве результата всего исследования.

Для полноты картины добавим еще несколько штрихов, рисующих отношение тов. Деборина и его школы к естествознанию. Достаточно было академику В. М. Бехтереву, ведущему длительный спор с академиком И. П. Павловым, заявить, что материализм Павлова—механический, а его, Бехтерева,—диалектический, как этот полемический прием сейчас же был учтен тов. Дебориным за симптом поворота естественников в сторону диалектики! Хотя тов. Деборин и оговаривается, что он не касается того, можно ли «солидализироваться с рефлексологией Бехтерева или нет» (стр. 24 «Летописи Марксизма», II. 1927).

Таким образом, содержание учения неважно,—важно утверждение: мой материализм диалектический, а его—механический!

И вот еще любопытная мысль ученика тов. Деборина—тов. Н. Карева все в той же статье: «С другой стороны, диалектический характер *фактов и законов*, открываемых естествознанием, вовсе не доказывает еще диалектического характера *теорий*, на основании тех или иных фактов создаваемых на данной ступени развития науки». Это прямо великолепно: действительность диалектична, а теория, верно, хотя и в части, изображающая ее, не диалектична! Ведь это не что иное, как доказательство, что можно хорошо обходиться и без диалектики! Совершенно верно, что на более отдаленных от нас ступенях развития науки, когда изучаемые явления были меньше нам известны, и сами теории носили более метафизический характер. *Но то верное, что было в этих теориях, и что перешло в новейшие теории, и что, следовательно, правильно отражало природу, не могло не содержать элементов диалектики.* Перед Ньютоном стояла задача—объяснить «насквозь консервативную» природу (по выражению Энгельса), и вот найденный им закон тяготения именно потому, что он верно отражал природу, позволил открыть то, что не было непосредственно видно, и показать, что консерватизм этот кажущийся. Последовательно примененный закон тяготения показал, что возмущающее действие взаимного притяжения планет нарушает кажущийся

консерватизм». Теория возмущений, основанная на законе притяжения, указала на элементы развития в солнечной системе, а в руках Пуанкарэ, Джорджа Дарвина и других исследователей теория приливов, основанная на законе тяготения, раскрыла исторический (со всеми элементами диалектики—со скачками, перерывами непрерывности и т. д.) процесс развития земного шара и луны, а также исторический процесс развития двойных звезд.

Мы приходим к выводу: каждое новое выступление так называемых «диалектиков» показывает, что диалектика у них прочно поставлена... на голову! [1]

Мы еще раз и самым решительным образом должны подчеркнуть, что спор идет вовсе не о том, что те, кого клеймят кличкой «механист», выступили против диалектики. Спор идет о том, должна ли диалектика стоять на ногах, или ее надо опять перевернуть на голову, как это делают Деборин и его ученики. При этой неприятной операции (перевертывание на голову) неизбежно придется вступить в конфликт с марксизмом,—это сейчас и делается. Ростки этого, в данном случае уже настоящего ревизионизма пока-что для постороннего зрителя заглушаются криками и уверениями о своей ортодоксальности. Покажем сейчас целый ряд примеров.

Ленин не раз отмечал весьма характерный прием ревизионистов. Выступить прямо против того, что говорил кто-либо из основоположников марксизма, неудобно, поэтому дело делается

[1] Мы не будем разбирать прочих нападок на нас Деборина в роде, например, упреков, что «преодолеть» что-нибудь значит просто выбросить, а не удержать из преодоленного что-нибудь в новом синтезе. Или в попытках изобразить, что я неправильно излагаю его, Деборина, мысли, касающиеся случайности в более «объективном» смысле, для чего ему пришлось об одном и том же маленьком отрывке говорить три раза, как о совершенно различных вещах (см. «Вестник Коммун. Академ.», XIX, стр. 27 30 и 32), и обвинять меня в том, что я привожу не относящиеся к делу выписки. Оставим, наконец, попытку тов. Карева заменить мысли Энгельса о теории электромагнитного поля Максвелля отзывом об одном месте в элементарном курсе теории тепла того же Максвелля, и имеющем отношение к истории вопроса об измерении количества движения и энергии. Все это мы оставляем в стороне, так как по существу спор идет совсем о другом: о том, должно ли в естествознании применять марксистскую диалектику, или надо вернуться назад к Гегелю.

так: если кто из противников упоминает или ссылается на неудобное для ревизиониста место у Маркса или Энгельса, мысль приписывают противнику и его наделяют всякими нелестными качествами и прежде всего его самого объявляют ревизионистом или невеждой, смотря по настроению!

Это явление можно проследить на многих конкретных примерах.

В своей статье «Воскрешает ли современное естествознание механический материализм XVIII столетия» я поставил задачу проследить, есть ли в современном естествознании в наиболее крупных его успехах те недостатки, которые были во французском материализме. Моя задача была разобрать наиболее характерные моменты современного теоретического естествознания и проследить, есть ли в нем теневые стороны материализма XVIII столетия, которые с исчерпывающей полнотой были отмечены Марксом и Энгельсом.

Самостоятельное исследование о материализме XVIII столетия не входило вовсе в мои планы. Ведь это уже было сделано Марксом и Энгельсом и сделано, право же, не плохо! Оставалось посмотреть, восстановили ли современные естественники то старое и плохое, что было уже мастерски отмечено Марксом и Энгельсом. К характеристикам Маркса и Энгельса я не прибавил ни единого слова!

Посмотрим на моих критиков. Тов. Карев в своей ответной статье пишет: «Тов. Тимирязев полагает, что всему французскому материализму XVIII века было свойственно отождествление всех явлений с механикой; французский материализм кажется ему сплошной массой вульгарных механистов, далеких идее развития и качественного преобразования форм»... «Он скользит над всеми этими различиями, устанавливая нужные ему соотношения между им же сконструированным идеальным «современным естествознанием» и низменным французским материализмом XVIII века, который должен отвечать и за свои действительные грехи и за грехи... тов. Тимирязева»!

Так как я, как было уже сказано, ни единого слова не добавил к характеристике материализма XVIII столетия, данной Энгельсом в его «Людвиге Фейербахе» и Марксом в его тезисах к философии Фейербаха, то ясно, что все сказанное о «тов. Тимирязеве» по существу направлено против Маркса и Энгельса!

Ведь всякий, кто прочтет мою статью, увидит, что я никакой переделки взглядов Маркса и Энгельса на французский материализм не производил; по мнению тов. Карева, это, может быть, и нужно было сделать,—это, конечно, его дело, но ведь и я вправе считать, что дело критики старого материализма достаточно хорошо выполнено нашими основоположниками! [1]

Второй пример. Нашим «диалектикам» очень не нравятся те места у Маркса и Энгельса, где они несогласны с Гегелем.—Мы о вкусах спорить не будем. Но зачем же ругать ревизионистами тех, кто и в этом пункте согласен с Марксом и Энгельсом? Во втором сборнике «Диалектика Природы» т.т. Великанов, Перельман и Рубановский цитируют из «Людвига Фейербаха», стр. 43, следующую характеристику, данную Энгельсом теневым сторонам философии Гегеля: «У Гегеля природа, как простое «отчуждение» идеи от самой себя, неспособна к развитию во времени; она может лишь развертываться в пространстве, и, таким образом, осужденная на вечное повторение того же процесса, она одновременно и одну рядом с другой выставляет все заключающиеся в ней ступени развития». Приведя еще выдержку из Плеханова, авторы, как бы резюмируя, пишут: «Действительно, по Гегелю, движение совершается единовременно впространстве и поэтому осуждено на вечное повторение уже пройденных этапов». На это именно замечание, являющееся повторением мысли Энгельса, набрасывается тов. Карев, упрекая авторов в невежестве—в незнании Гегеля! «Подобный «марксизм» должен поднимать волосы дыбом у всех, у кого они имеются» (!! А. Т.). Имейте смелость, товарищи, сказать: мы не допускаем критики Гегеля, даже если она идет от Энгельса или Маркса; мы согласны с Марксом и Энгельсом лишь постольку, поскольку они согласны с Гегелем, а не прикидывайтесь, будто эта мысль принадлежит не Марксу и Энгельсу, которые Гегеля знали не хуже вас, а есть невежественный выпад «безграмотных» и ненавистных вам «механистов»!

Вот еще образчик теоретической невыдержанности рассуждений тов. Деборина. На стр. 58 («Вестник Коммун. Академии», XIX)

---

[1]) У Маркса и Энгельса в их критике выделено то, что было типичным для материализма XVIII столетия; они во всяком случае не хуже тов. Карева знали те различия, по которым «скользит» т. Тимирязев.

читаем мы следующее: «Диалектический материализм исходит из принципа единства противоположностей. Он не разрывает качества, часть и целое, непрерывность и прерывность, материю и силу и т. д., а синтезирует» их. В этом заключается величайшее достижение диалектики, как высшей формы мышления, которая поднимается высоко над буржуазным мышлением. Говоря о методе Милля, Маркс замечает: «Где экономическое отношение,—следовательно, также категории, которые его выражают,—содержит противоположность, представляет противоречие и именно единство противоречий, он подчеркивает момент единства противоположностей и отрицает противоположности. Единство противоположностей он превращает в непосредственное тождество этих противоположностей» (Маркс, Теория прибавочной ценности, т. I, стр. 262. Подчеркнуто нами. А. Т.). Конечно, эта ошибка Милля приписывается сейчас же ненавистным механистам! «Но разве механисты,—пишет Деборин,—знают иную логику, помимо критикуемой Марксом логики буржуазных экономистов, в роде Милля и Росси»?

Заявив, таким образом, в согласии с Марксом что неправильно отождествлять противоположности, и повторив еще раз на стр. 57 о взаимном проникновении противоположностей, тов. Деборин ровно через три строчки говорит уже следующее: «Это требование не является результатом вымысла досужего философа; вся эмпирическая физика, можно сказать, проникнута насквозь «тождеством противоположностей» (! А. Т.), но это не осмысленно». Что же это: возвращение вспять к Миллю? Ведь только что в согласии с Марксом тов. Деборин бросил упреки «механистам» в том, что они будто бы повторяют ошибки Милля, а на следующих же страницах повторяет эти ошибки... уже он сам! Что это не «случайность», показывает другой отрывок на стр. 58: «Исходя из принципа тождества противоположностей, Гильберт так же шутя расправляется с законом энтропии, как и Энгельс» (подчеркнуто нами. А. Т.). Вот и разбирайтесь тут! Конечно, могут возразить, что просто все эти рассуждения плохо, торопливо изложены, однако, тогда придется признать, что эта торопливость и некоторое неряшество изложения возведены в закон. Так, например, и в рецензии

на «Диалектику в природе», сборник II-й, тов. В. Гессен и В. Егоршин («Под Знам. Маркс.», 1927, № 2—3, стр. 225) упрекаютавтора на стоящей статьи за то, что он... цитирует Энгельса! Вот это любопытное «обвинение».

«Понимания диалектики в этом смысле мы не находим в сборнике. Тов. Тимирязев продолжает говорить о каком-то «взаимном проникновении противоположностей»...

Какое-то «взаимное проникновение противоположностей» есть буквальная формулировка II закона диалектики, данная Энгельсом в его «Диалектике Природы» («Архив», II, стр. 221)!

Неужели все это «случайные» обмолвки?

Нет! Видимо у «диалектиков» с диалектикой дело стоит неважно!

Неладно дело у «диалектиков» и с материей.

Тов. Карев набрасывается на упомянутых нами трех авторов—Перельмана, Рубановского и Великанова («Диалектика в природе», сборник II-й) за то, что они отношения между отдельными материальными телами называют отношением между субстанциями. Тов. Карев заявляет, что это «безграмотно, так как марксист не может говорить об отношениях между предметами, как об отношениях между субстанциями, потому что марксизм признает только одну субстанцию — материю».

Таким образом оказывается, что части материи, по тов. Кареву, не являются материей! А вот еще замечательное место, дополняющее только что приведенное рассуждение т. Карева, из статьи т. Скурера: «Спиноза и диалектический материализм» [1] («Вестник Коммун. Акад.», XX, стр. 73):

«Подобно Фейербаху, Спиноза — материалист. Но его субстанции, как объективной реальности, недостает той диалектики, которую дает нам в понимании материи марксизм. С точки зрения последнего, материя реальна, но, как таковая,— она есть только понятие. Материя есть абстрактно-конкретное

---

[1] Эта статья, написанная под псевдонимом «Скурер», с ее цитатами из оды Державина «Бог» (!) заслуживает особого внимания: она является симптомом крайне опасных идеалистических течений, которые теперь под видом борьбы с «механизмом» начинают просачиваться в марксистскую литературу.

понятие. Она есть совокупность всех отношений и связей, но не существует как самостоятельное существо» (!? А. Т.). Не правда ли, великолепно! Материя есть только понятие. Далеко мы, однако, зашли! Один говорит, что части материи—не материя, а другой говорит, что материя есть понятие!

В заключение остановимся еще на одном вопросе. Наши антимеханисты, желая освободиться от ненавистного им «механического» движения, додумались до такой простой вещи: А что если мы допустим, что материя непротяженна, тогда ведь и механическое движение по меньшей мере не обязательно; механическое двужение есть перемещение, а куда тут перемещаться, когда и протяженности-то нет: буквально некуда податься! К сожалению, наше рассуждение не шутка, а самая неприкрашенная быль!

Раскрываем стр. 169 «Вестника Коммун. Акад.» (книга XVIII, статья К. Милонова): «Диалектический материализм, предвосхищая современную науку (? А. Т.), отнюдь не видит своей задачи в том, чтобы упереться в характеристику материи как протяженности. Надо совершенно не отдавать себе отчета, почему Ленин в «Материализме и эмпириокритицизме» так подчеркивает, что «единственное свойство» материи—быть объективной реальностью, существовать вне нашего сознания» (X, стр. 218); надо, повторяем, абсолютно не понимать этого, чтобы везде и всюду совать протяженность и непроницаемость» (!!! А. Т.). Во-первых, протяженность и непроницаемость—две разные вещи; во-вторых, существовать «вне» нашего сознания предполагает уже протяженность, и, наконец, как это у материалиста материя может быть непротяженной?

Ленин писал, и это должно быть известно тов. Милонову: «Естествознание не выходит за пределы пространства и времени, предоставляя сие занятие профессорам реакционной философии» (том, X стр. 147). Конечно, всякий волен писать, о чем ему хочется, но все-таки печально, если к «профессорам реакционной философии» присоединяются наши красные профессора!—

Та же самая мысль, которую, не стесняясь, высказал т. Милонов, встречается в более замаскированном виде в упомянутой статье Скурера (стр. 72): «Вместе с тем, подобное понимание (Декарта. А. Т.), по существу, исключает движение как

атрибут материи, как нечто, внутренне ей присущее. Оно, наконец, ставит, как показала современная физика с ее учением об электричестве, абсолютные грани для исследования конкретных форм материи, тех, в которых протяженность вовсе не является самым существенным свойством, электроны») (!! А. Т.). Но довольно примеров! Перед нами с полной ясностью ревизия философии марксизма, прикрытая громкими фразами о защите диалектики, на которую никто из так наз. «механистов» и не покушался, и которая в руках «диалектиков» деборинской школы из марксистской все более и более превращается в гегелевскую, а вместе с этим все больше и больше начинают просачиваться в нашу марксистскую литературу идеалистические струйки.

Хотим ли мы этим сказать, что наши противники из лагеря так называемых «диалектиков»—сознательные ревизионисты?—

Нет! Так же, как и констатирование «социал-демократического» уклона нашей оппозиции вовсе не равносильно утверждению, что товарищи из оппозиции переродились в социал-демократов.

Во всяком случае долг всякого коммуниста, когда он видит тревожные симптомы, открыто и прямо, ничего не скрывая, сказать о своих опасениях и тем содействовать исправлению заблуждений, быть может, и невольных, и предупредить от ошибок еще более тяжелых.

С. С. Перов

Диалектика в дисперсной химии

В «Диалектике Природы» Энгельс высказал чрезвычайно меткую и интересную мысль о том, что отцом современной химии, переходящей на рельсы диалектики,—из точных наук химия к ней наиболее приблизилась,—был Дальтон, четко формулировавший законы атомистики, давший им экспериментальное массовое подтверждение, раскрывший тем самым одну из узловых точек в природе.

В самом деле. Дальтон своими тремя законами—о постоянстве состава, кратности отношений и законом паев обнаружил основной механизм химических явлений. До него химия была грудой фактов, алхимической потенцией. Химик до Дальтона случайно сливал или смешивал вещества, не зная, что может получить, не управлял явлениями и верил в чудо. После Дальтона химик стал господином положения в мертвой природе, ибо количественный момент давал ему возможность предвидеть весь ход реакции и ее окончательные результаты. Познанная необходимость давала ему высшую свободу научного могущества. А благодаря этому выиграла прежде всего индустрия, ибо любой технологический процесс вместо грубо эмпирического рецепта переходил на точный расчет бухгалтера химического завода. Понятно, почему после Дальтона основная химическая промышленность (щелочи и кислоты) двинулась вперед, обосновывая всякую другую. Его законы открыли путь для диалектики в химии, ибо они указали, что «материя не просто дискретна, а что дискретные части являются различными ступенями (эфирные атомы, химические атомы, массы, небесные тела), различными узловыми точками, обусловливают различные качественные формы бытия у всеобщей материи». [1]

[1] Энгельс, «Диалектика Природы». «Арх.», кн. 2. Заметки 205.

По мнению Энгельса, диалектика проявляется в том, что не просто позитивистски указывают на несомненный закон природы (дискретность), а в том, что находят его во всеобщем взаимодействии и раскрывают полный механизм явлений мира. Вот в чем заключается истинная диалектика.

Узловые точки суть средство для познания, средство связи, а не средство отъединения одного явления от другого. Точно так же, как по поводу ощущения говорил т. Ленин: «Софизм идеалистической философии состоит в том, что ощущение принимается не за связь сознания с внешним миром, а за перегородку, стену, отделяющую сознание от внешнего мира». [1]

За такую же перегородку некоторые философы ныне принимают узловые точки в явлениях природы.

Химия после Дальтона, укрепившись на экспериментальной основе, устремилась по путям органической связи к двум пограничным областям, знаменующим следующие диалектические ступени природы,—к физике и биологии. В начале XX века эта связь настолько укрепилась, что появились: физическая химия—с одной стороны и биологическая химия—с другой.

Если биохимия еще не вышла из пеленок морфологического, статического периода, или, вернее, только выходит, то физическая химия уже переходит к динамическому, к физиологическому (если можно так выразиться, пользуясь термином биологов) периоду. Для полного освоения, проникновения диалектикой, биохимии предстоят еще два периода, а для физической химии—один период — исторический. Явления мира, изученные в статике, динамике, истории, и есть диалектика природы. Не только описание явления, но его объяснение и его история, указывающая, что явление—не только процесс, но и процесс, связанный со всем миром.

В физической химии глубоко революционным моментом явилось открытие Гиббсом закона фаз. Это событие по существу аналогично открытию закона сохранения вещества, закона сохранения энергии, законов Дальтона, периодической системы элементов, ибо простая и ясная формулировка его, говорящая о законах дисперсности не только химии, но и всего мира, дает

[1] Ленин, «Материализм и эмпириокритицизм», стр. 43. ГИЗ. 1920.

возможность найти, установить ряд превращений в состоянии вещества, в гетерогенных равновесиях материи. Недаром этот закон лежал под спудом десятки лет, ибо работа Гиббса, напечатанная в конце XIX века в мало распространенном журнале Америки — «Трудах Коннектикутского Университета», осталась незамеченной и была понята лишь в начале XX века.

Гиббс, анализируя условия равновесия в гетерогенных системах, устанавливает, прежде всего, понятие о фазе, как некотором первичном и не зависящем от чего-либо другого, кроме пространства и времени, состоянии. Фаза — это «однородное вещество равновесной системы, ограниченное поверхностью раздела от другого вещества». Фаза, следовательно, есть нечто отделенное, но и в то же время связанное, ибо поверхность раздела может быть лишь при сосуществовании, а отсюда мир есть всегда система, ибо одной только фазы, по самому определению ее, быть не может. Отсюда границы раздела, поверхности раздела суть не стенки, не перегородки, а средства познавания через различение. Если бы все было однородно, то познание не имело бы критериев, ибо только различие дает путь к познанию.

Понятие фазы применимо к любому объективному материальному ряду явлений, объединяемому любой наукой. В астрономии, физике, химии, биологии, антропологии тысячи примеров укажут, что такое общее и обобщенное понятие, как введенное Гиббсом понятие фазы, есть наиболее простой, применимый для основной классификации признак.

Вот почему закон фаз Гиббса является в то же время широко обобщающим методологическим принципом, принципом материального строения мира в пространстве и времени. Его можно философски формулировать так: одновременно однородное вещество может сосуществовать не более, чем в трех фазах. Отсюда по историческому ходу человеческого познавания мы все вещества делим по состоянию на твердое, жидкое и газообразное, как на три качественно различных формы бытия материи. Если закон расширить на многие вещества, то формулировка его, принятая Планком, выразится:

$$\beta \leqslant \alpha + 2,$$

т.-е. число фаз (у веществ) равно (или меньше) количеству веществ, входящих в систему, плюс два. Закон этот оправдан на многочисленных примерах из всех областей физикохимии. Одного лишь не может объяснить современная методология: почему арифметическим слагаемым в законе входит двойка, если не видеть в этом косвенного подтверждения трехмерности пространства, в котором всякое изменение может совершаться в трех направлениях. Тогда для одного вещества закон читается так: количество изменений может быть не меньше одного и не больше трех. Это и оправдывается законом Гиббса, когда он его трактует шире и изображает, как

$$F + P = B - 2.$$

Здесь F есть т. н. степени независимости, или число свободных постоянных, влияющих на равновесие, или, скажем лучше, направлений изменения; P есть число фаз; B есть число компонентов. Отсюда при однородном веществе (H_2O), взятом в одной фазе (лед), остаются для изменения две потенции: превращение в жидкость и превращение в пар, всех же вместе составляется три, при чем одна из потенций всегда неразрывно связана с начальным, исходным пунктом вещества. При двух и более веществах и полном равновесии закон слагается так, что P и B всегда равны, и F всегда равно 2, т.-е. указывает, что при любом взятом положении изменение идет лишь в трех измерениях нашей координатной сетки.

Закон фаз обычно изучают на веществе, применяя три основных параметра—концентрацию (объем), давление и температуру. Весьма возможно представить себе характеристику состояния и через другие параметры,—скажем, вязкость, электропроводность, вращение плоскости поляризации и т. д. Но ими можно лишь заменить первые три, но не выявить одновременное изменение большее, чем от трех, ибо в координатной системе возможно отложить параметры лишь в трех направлениях. Имеется точка для вещества, при которой равновесие системы не нарушается при изменении в одном параметре, или в двух параметрах, или же ни в одном, ибо третий параметр уже задан при самом факте существования вещества.

Итак, будем считать, что изменение какой-либо системы, а тем самым и отдельных фаз ее, может совершаться одновременно не больше, чем в трех направлениях, при условии соблюдения равновесия системы. Для каждой физической фазы мы можем представить ее характеристику в трех параметрах— концентрация, давление и температура.

Допустим, что в системе имеется B компонентов и P фаз. Если один из параметров определен для $B-1$ компонентов, то последний компонент уже определен в одном из своих параметров, и, следовательно, количество определяемых неизвестных будет при этих условиях не B, а $B-1$. Пример: если имеются семь связанных между собой величин, то для точного установления одной из них необходимо шесть допущений, т.-е. на одно меньше, чем связанных величин.

В виду того, что всех фаз P, для них количество определяемых неизвестных будет $P(B-1)$, но так как этим допущением выбранный компонент определен лишь по одному из параметров, а всего их три, то необходимо еще два допущения, два определяемых неизвестных для фазы. Или можно рассуждать так: необходимо взять еще дважды по $P(B-1)$ допущений для того, чтобы из них установить следующие два параметра для первого избранного компонента. Таким образом получится:

$$P(B-1)+2.$$

Если для определения этих неизвестных мы перейдем к составлению уравнений состояния, то в силу того, что уравнение диктуется равновесием системы, а оно может существовать лишь при одинаковой напряженности всех фаз, входящих в систему, то для определения одинаковости необходимо напряжение в одной фазе взять в качестве сравнения, и тогда, если всех фаз P, то уравнений равновесия будет $P-1$, ибо эталонное напряжение не требует уравнения. Так как всех компонентов B, то уравнений может быть соответственно $B(P-1)$. Если мы из количества возможных неизвестных вычтем количество возможных уравнений состояния, то получится некоторое число, указывающее на основной закон природы, закон достаточности определения любого процесса. Число это обозначим F.

$$F = P(B-1) + 2 - B(P-1) = PB - P + 2 - PB + B = B + 2 - P.$$

А это и есть как раз правило фаз Гиббса.

Отсюда ясно, что закон Гиббса диктуется внутренней диалектикой природы, объективностью материи в пространстве и времени.

Закон Гиббса позволил разобраться в целом ряде сложных систем и, в частности Вант-Гоффу с учениками, в древне-морских отложениях прошлых геологических эпох. Так, в Стассфурте при изучении солевых напластований были найдены вместе существующими следующие соли: $MgSO_4 . 7 H_2O$, $Na_2SO_4 . 10 H_2O$ и $MgSO_4 . Na_2SO_4 . 2 H_2O$. Существование их вместе укладывается в рамки закона Гиббса, ибо компонентов здесь три, максимальное количество возможных фаз пять, и, если прибавить к перечисленным выше солям раствор и водяной пар, мы получим наличие пяти фаз, как максимальное насыщение пространства системы. Такой опыт можно провести в лабораторной практике, и оказывается, что эта система находится в равновесии при условии атмосферного давления и 22° С. Отсюда получается точный вывод, что в стассфуртских морях при отложении солей была температура в 22° С., если атмосферное давление было равно современному, а так как нет оснований предполагать чрезвычайных изменений в давлении атмосферы на земле в эти геологические эпохи, то мы имеем, благодаря закону фаз, полное вторжение в температурные состояния прошлого, фактом переноса условий солевого режима моря в лабораторную пробирку.

Особенно правило фаз Гиббса оплодотворило технику, обосновав вопросы изучения и получения сплавов, выделения химических соединений, необходимых для практики в технологических процессах, как, например, соды при аммиачном способе, калиевых соединений при обменных реакциях. Оно дало возможность разобраться в сложных системах солей, где имеется гидратация, комплексование или получение двойных образований. Оно обещает многое и для биологии, где в основе лежит физическое состояние плазмы, пока еще неизученное, но несомненно имеющее раздельные поверхности, наличие которых, не позволяя одновременно существования более трех фаз, передвигает равновесие системы на высшую ступень образованием новых разделов при помощи скачкообразного процесса. Всего интереснее, что

механизм этого явления подтверждается практикой коллоидной химии,—в ней имеются яркие примеры перехода от ненасыщенного состояния через насыщенную и пересыщенную систему к высшему равновесию.

Правило фаз Гиббса опирается на понятие о равновесии, ибо критерием ему и служит равновесие.

Во всех отделах химии учение о равновесии занимает первенствующее место, особенно в вопросах неорганического и органического синтеза. Равновесие является исходным пунктом для любого химического закона или явления,—равновесие устанавливается между реагирующими веществами и дает то, что называется законом Гульдберга и Вааге. Явления и законы электропроводности покоятся на равновесии между ионизированными и неионизированными веществами. Равновесие устанавливается: при растворении тел, скажем, соли $Na_2\ SO_4$ или любой иной; при получении эфира из кислоты и спирта; при наблюдениях концентрации водородных ионов и т. д. и т. д. Словом, равновесие есть альфа и омега химического бытия.

Между тем менее всего в химии осознаны явления, относящиеся к равновесию. В классической химии, которую представляет такой крупный химик, как Вильг. Оствальд, царит грубо-механический подход к равновесию, метафизическое представление. В своих основах теоретической химии В. Оствальд пишет:[1] «механика (далее) различает три случая равновесия: устойчивое, безразличное, неустойчивое».

Оствальд опирается своим утверждением даже не на ньютоновскую механику, а на архимедовскую.

Грубо-механический подход заставляет его дальше теоретизировать в таком духе: «неустойчивое равновесие—это математическая фикция, не имеющая прототипа в материальном мире, так как существование неустойчивого равновесия предполагает полное отсутствие внешних воздействий, а потому не может быть осуществлено на опыте. Называть неустойчивым равновесием такие состояния, как явления переохлаждения и т. п., нет никакого основания; таким путем создаются неправильные представления. Неустойчивыми с химической точки зрения

[1] Основы теоретической химии. Москва, 1902 г., стр. 230.

следует считать такие состояния, которые сами по себе непостоянны и переходят в другие без всякого внешнего воздействия».

Здесь что ни слово, то сплошная путаница.

Если неустойчивое равновесие есть фикция, не имеющая реальности в мире материи, то последняя часть цитаты о непостоянных состояниях, переходящих в другие без внешних воздействий, как примеры неустойчивых, бессмысленна, фиктивна, но на самом деле такие состояния есть, их знает Оствальд,— это все пересыщенные системы.

Затем, кто сказал, что в опыте нельзя добиться полного отсутствия внешних воздействий на систему? Не говоря о возможной изоляции ряда факторов, можно их уравновесить так, что они перестанут сказываться, но не уничтожатся—сила тяжести и центробежная сила. Затем, что значат внешние условия, если мы возьмем весь мир, универсум, в котором внешнее и внутреннее суть лишь полярности одного и того же положения? Но при перенесении на универсум всего размышления о равновесии факт пересыщенных систем не уничтожается.

Почему нельзя назвать неустойчивым, согласно определению самого же Оствальда, явление переохлаждения? Переохлажденные системы сплошь и рядом без всякого внешнего воздействия, скажем, кристаллизуются, и это вполне закономерно, ибо в них все время происходят невидимые на глаз процессы молекулярных передвижек, и момент нарастания где-нибудь крупного ядра вызовет разрешение системы.

Но особенно ясно сказывается законность существования неустойчивых равновесий, наличие их в материальном мире, когда изучают коллоидно-химические или дисперсоидологические системы. Любая из них, начиная от золя золота, кончая белковым золем живой плазмы, сама по себе непостоянна, переходит в другой вид без всякого внешнего воздействия, ибо молекулярные процессы кристаллизации в них происходят все время: системы стареют, коагулируют, меняют цвет, увеличивают опалесценцию. Все это происходит вполне самопроизвольно, ибо несомненно, что в пересыщенных системах с неустойчивым равновесием уже дан ход событий. Эта система как бы заведена, имеет направление, хотя она вполне механично получена.

Фактор пересыщенности создает этот двигательный импульс, который может ввести в заблуждение и показаться виталисту доказательством какой-либо жизненной силы или, выражаясь по-современному, специфического качества.

Диалектический подход к этому вопросу заключается в признании полной закономерностью неустойчивого состояния, ибо это прямая полярность устойчивому, а процессы всегда двусторонни.

Метафизику же Вильгельму Оствальду—отцу, в отличие от диалектика—сына (Вольфганга Оствальда), понадобилось объявить несуществующими в материальном мире девять десятых всех материальных и технических процессов, ибо такое количество их построено на пересыщенных системах, и признать мнимой самую жизнь, ибо ее признанная неустойчивость покоится в коллоидных пересыщенных фазах белковых систем.

Законность, а не фиктивность пересыщенной неустойчивой фазы, в которой протекают все процессы жизни, подтверждается особенно ярко анализом систем по правилу фаз.

Даны два элемента—вода и казеиновая кислота. Максимальное количество фаз должно быть четыре: $\beta = \alpha + 2$; $\alpha = 2$; $\beta = 4$. Будем их искать: водяной пар, раствор казеиновой кислоты, осадок казеиновой кислоты,—получается три, и ничего не придумать, если не предположить четвертой фазой пересыщенное состояние казеиновой кислоты, золь ее, ясно видимую опалесцирующую фазу, легко отделимую через ультрафильтрацию. Опыт легко подтверждает правильность этого допущения, ибо, в момент выпадения казеиновой кислоты (при известных реакциях) из раствора, ясно создается четверная точка,—когда при условии коагулята на дне и несомненного присутствия ненасыщенного раствора, что можно определить реакцией на белки в фильтрате из ультрафильтра, имеется наличие мутного раствора, держащегося достаточно долго и выпадающего от времени. То же самое можно установить и в неорганических солях, которые не слишком быстро пробегают коллоидные состояния, как галоиды серебра, т.-е. где четверная точка имеет гистерезисное положение. В некоторых случаях, в роде системы Na_2SO_4 и H_2O, где фазы в четверной точке таковы — $Na_2SO_4 +$ $+ 10\ H_2O$, Na_2SO_4, ненасыщенный раствор и водяной пар,

пересыщенная система появляется на основе твердой, ибо $Na_2SO_4 + 10\,H_2O$ есть неустойчивая система, так как легко выветривается на воздухе самопроизвольно, давая в конце концов устойчивую систему Na_2SO_4.

В равновесии, как едином процессе, поэтому можно будет представить, наподобие магнита, два полюса—пересыщение и ненасыщение, где средней линией является точка насыщения, которая в конце концов так же неопределима, как граница между северным и южным полюсами магнита. Отсюда не совсем нелепо построение понятия об отталкивании и притяжении, как разряженности и сгущенности, минус электричестве и плюс электричестве, как недостаче и избытке, электроне отрицательном и протоне, как эфире в состоянии ненасыщенном и пересыщенном, газе и жидкости, как состояниях, не насыщающих пространство и пересыщающих его. Напротив, получается ряд диалектически связанных процессов, нелепых лишь с формально-логической, разобщающей или гипостазирующей точки зрения.

В основе природы,—говорят все материалисты,—лежит материя. Мало того. «Мир есть закономерное движение материи»,—говорит тов. Ленин.[1] «Движение есть форма бытия материи: никогда и нигде не было и не может быть материи без движения»,—говорит Энгельс.[2]

«Наш «опыт» и наше познание все более приспособляются к объективному пространству и времени, все правильнее и глубже их отражая»,—пишет тов. Ленин.[3]

«Основные формы всякого бытия суть пространство и время; бытие вне времени есть такая же бессмыслица, как бытие вне пространства»,—пишет Энгельс.[4]

Отсюда можно суммировать: мир есть закономерно, а не случайно движущаяся материя в пространстве и времени. Характерно, что материя, как таковая, может прежде всего определиться в пространстве или пространством, движение — временем, ибо время не может быть мыслимо остановившимся. Следовательно, когда мы хотим определить какое-либо состояние

---

[1] Loco cit., 167.
[2] Энгельс, «Анти-Дюринг». «Моск. Рабоч.», 1924. Стр. 71.
[3] Loco cit., 187.
[4] Ленин, «Мат. и Эмп.», 175.

материи, мы должны его определить как процесс (в динамике) и должны прежде всего определить по отношению к пространству и движению (времени).

Эта характеристика может быть микроскопической, когда она подойдет к определению в пространстве каждой точки из многих, слагающих определенное количество вещества (m—масса частиц, и u—удар частички), или макроскопической, когда она ограничится суммарным определением количества вещества к чему-нибудь (p есть давление газа при объеме v). Эти микроскопические или макроскопические параметры легко укладываются в систему координат и дают кривые изменений состояния. Главными отношениями материи, характеризующими ее физико-химические свойства (дисперсоидологические), следует считать отношение к пространству и движению, или к массе и энергии, или назовем их потенциалами массы и энергии. Потенциал массы характеризует статическую сторону материи, сгущенность материи в пространстве, а отсюда и самое пространство. Потенциал энергии характеризует динамическую сторону материи, ее подвижность и изменчивость в пространстве, а тем самым—все качества «времени» для материи. На эти потенциалы необходимо смотреть диалектически, ибо в мире нет несвязного. Универсум представляет из себя систему небесных тел, и атом является системой из электронов. Характеристика каждого явления, каждого временно отделенного дается через связь с чем-нибудь другим, через взаимодействие. В опыте нет уединения, нет индивида, замкнутого в самом себе; все пронизывается связью прямой или косвенной, сильной или слабой. Везде и всюду процесс и ход процесса дают возможность познавать. Движущаяся материя есть основа познания. Энергия же есть синоним движения.

До сих пор более или менее хорошо были изучены ненасыщенные простые и сложные системы (газы, растворы); к насыщенным и пересыщенным системам наука только приступает. Для ненасыщенных газовых систем потенциалом энергии (движения) является обычно p—давление газа, а потенциалом массы d—плотность газа. При микроскопической характеристике можно видоизменить обозначения на следущие: потенциал массы—m—масса частицы, а потенциал энергии—u^2—скорость движения частицы.

Закон, управляющий ненасыщенным газовым состоянием, скомбинирован из законов Бойля—Мариотта и Гэ-Люссака в уравнение Клапейрона:

$$pv = RT.$$

Несколько видоизменим написание его:

$$p = RdT,$$

где p—давление, d—плотность и T—температура газа.

В этом выражении налицо главные параметры, и соотношение между ними дает возможность представить себе и вычислить всегда любой момент в изменении состояния ненасыщенного газа в пределах этого состояния. Эта же формула является основной для всех вторичных характеристик фаз вещества.

Закон этот верен в известных промежутках. Отступления от него выяснены Ван-дер-Ваальсом, и его формулировка вводит необходимые поправки. Но, в общих чертах, он является точным описанием явлений, происходящих в ненасыщенных газовых системах.

Как известно, Вант-Гофф, подходя к исследованию других, уже усложненных ненасыщенных систем—водных, истинных, разбавленных растворов, нашел, что общие очертания этого закона годятся и для описания явлений в растворах. В них параметром, представляющим потенциал энергии, является осмотическое давление, а потенциалом материи, массы ее, служит концентрация раствора, величина, аналогичная плотности газа по отношению к пустоте, словом, формула Клапейрона может быть перенесена на состояние ненасыщенных растворов; явления в них подобны газовым. Выражение закона будет таково:

$$p = RCT.$$

Отсюда ясно, что те же потенциалы, как в газовом состоянии, и то же размещение их присутствует в ненасыщенных растворах.

Насыщенная фаза какого-либо вещества есть, по существу, точка, ибо не может быть «более или менее насыщенная система». Для насыщенной фазы нет закона, ибо все параметры ее связаны и объединены невозможностью измениться без выпадения чего-либо из равновесия для составления нового.

В таком положении является газ при критической температуре и давлении; такова точка застывания какого-либо однородного тела; такова точка перехода аллотропического состояния вещества, точка кристаллизации при степени насыщения каким-либо веществом раствора. Ясно, что мгновенно протекающее действие может происходить лишь разрывно, скачком, а потому определенного закона у явления насыщения быть не может.

При переходе к пересыщенным системам все явления совершенно изменяются. Если ранее энергия ненасыщенной фазы была главным образом оперта на движение (удары частиц), то пересыщенная фаза удерживается, главным образом, развитой поверхностью, ибо невыпадение уже окрепнувщих по массе аггрегатов объясняется их чрезмерно развитой поверхностью (механический пример—железный корабль).

И теоретические соображения подчеркивают мысль о значении поверхности в пересыщенных системах.

Внутреннюю общую энергию системы, за исключением поверхностной, обозначим I, а поверхностную—через O.

Тогда полная энергия системы выразится суммой $I+O$.

В виду того, что внутренняя энергия пропорциональна объему, а поверхностная—поверхности, мы имеем следующие равенства:

$I=iv$, где i есть внутренняя энергия единицы объема и $O=go$, где g есть поверхностное натяжение.

Полная энергия изображается равенством:

$$A=iv+g\,o,$$

а энергия, отнесенная к единице об'ема,

$$\frac{A}{v}=i+\frac{o}{v}\cdot g.$$

В этом уравнении ясно видно, что соотношение энергии зависит от $\frac{o}{v}$; если оно мало, и дисперсная фаза имеет незначительную поверхность, как это имеется в ненасыщенных системах, состоящих из молекул, имеющих лишь энергию движения, то второй член крайне мал; его можно откинуть, и весь запас энергии сведется тогда к внутренней энергии; если $\frac{o}{v}$

велико, т.-е. удельная поверхность развита, особенно, если она достигает чрезвычайных размеров, как то бывает у пересыщенных систем золевых, то можно откинуть i, а общая энергия тогда будет главным образом состоять из энергии поверхности.

Из этих соображений и вытекает, что потенциалом энергии необходимо в пересыщенных системах брать параметр, изображающий поверхностную энергию. Таковым и является удельная поверхность или, лучше, степень дисперсности вещества, т.-е. соотношение общей поверхности фазы с ее общим объемом:

$$D = \frac{S}{V}.$$

Потенциалом массы, как и в ненасыщенных растворах, необходимо взять концентрацию (плотность дисперсной фазы)—C.

Вторым потенциалом энергии (побочной) будет общее прежним двум законам ненасыщенных состояний—температура — T.

Для того, чтобы найти соотношение между D, C и T и тем самым составить аналогичный описанным закон состояния в пересыщенных системах, проведем анализ ряда явлений.

Известно, что фосфор имеет три аллотропических формы— желтый, красный и металлический. Переход из желтого в красный совершается при температуре до 230°.

Менделеев в «Основах химии» пишет: «Если P_4 есть состояние фосфора в парах, то, вероятно, в форме белого фосфора его частица весит более, может быть, P_6 или P_8, или еще того более, в состоянии красного—еще более.

Отсюда, красный фосфор и есть фаза пересыщенного состояния твердого фосфора, ибо он может легко перейти в желтый путем превращения в пар при 290—300°; переход желтого в красный совершается при температуре ниже температуры кипения; удельный вес красного 2,14, тогда как желтого 1,84.

Здесь соотношение между D и T очень характерно; при повышении T происходит уменьшение степени дисперсности, т.-е. D есть $f\left(\frac{1}{T}\right)$.

При получении хорошего, крупного осадка, не проходящего через фильтр, $(NH_4)\,MgPO_4$, по методам Schmitz'а и Gibbs'а, операция ведется обязательно в нагретом до кипения растворе,

тогда получается крупный осадок. Для определения Ba в виде $BaSO_4$ обязательно ставится условие—вести осаждение в кипящем растворе, иначе получаются осадки, легко проходящие через фильтр. Отсюда опять доказательство, что D, T имеют в пересыщенных системах соотношение: D есть $f\left(\frac{1}{T}\right)$.

При переходе к белковым растворам в роде альбуминного, еще более заметна неуклонность изменения с температурой степени дисперсности в сторону уменьшения ее. Белки при повышении температуры свертываются, коагулируют, выпадают, а это подтверждает, что D есть $f\left(\frac{1}{T}\right)$.

Из этих примеров, количество которых можно увеличить, явствует, что соотношение между двумя потенциалами энергии при пересыщенных фазах обратно отношению при ненасыщенных.

Переходим к соотношению между D и C.

Известны классические работы Зигмонди по золям, особенно золям золота. В этих работах он, давая способы получения золя золота через восстановление (формальдегидом, гидрохиноном, фосфором и т. д.), указывает, что лучшим критерием величины дисперсности может служить цвет раствора, при чем, благодаря ультрамикроскопическим исследованиям, он нашел следующее соотношение между величиной микронов золя и цветом:

Таблица № 1

Название раствора.	Цвет дисперсоида.	Средняя величина частиц в μμ.
Au_{57}	Розовый	Около 6
Au_{92}	Ярко-красный	» 10
Au_{92b}	» »	» 17
Au_{91}	Фиолетово-красный .	» 23
Au_2	Пурпурово-красный .	» 38
Суспензии золота		
a	Фиолетово-красный .	» 45
b	Светло-фиолетовый .	» 9[illegible]
c	Синеватый	» 130

Совершенно известно, что для получения золей золота с большей степенью дисперсности необходимо брать концентрации хлорного золота наименьшие. Крепкие растворы $Au\ Cl_3$ разрешаются в синий золь, т.-е. с наименьшей степенью дисперсности. Отсюда ясно соотношение между D и C; оно выражается: D есть $f\ (\frac{1}{C})$.

Для получения осадков, не проходящих сквозь фильтр, т.-е. с минимальной степенью дисперсности, при всяком количественном определении перед осаждением ставится в обязательство сгущение испытуемого раствора. И здесь универсально соотношение — D есть $f\ (\frac{1}{C})$.

Но наиболее яркий материал для соотношения между D, C и T могут дать золи казеиновой кислоты. В моей работе «О состоянии казеиновой кислоты в растворе» [1] приведен ряд наблюдений над соотношением этих потенциалов.

При получении золя казеиновой кислоты путем сливания эквивалентных растворов казеин-натрия и $H\ Cl$ получается дисперсоидный режим различного значения. Если у концентрации $\frac{E}{20000}$ уже едва заметен конус Тиндаля, то при концентрации $\frac{E}{250}$ выпадают уже хлопья. Несомненно, что при $\frac{E}{20000}$ степень дисперсности так велика, что она уже едва нащупывается оптическими приемами, а при $\frac{E}{250}$ так мала, что уже не может идти удержание агрегатов в растворе. В средних же значениях получаются золи разных оттенков, разной прозрачности, а, следовательно, и разной степени дисперсности.

Ниже приводимая таблица указывает, как по скале прозрачности поднимаются золи казеиновой кислоты с уменьшением концентрации сливаемых исходных растворов.

[1] «Труды Вологодского Молочно-Хозяйственного Института», т.II, № 2.

Таблица № 1

Концентрация казеиновой кислоты.	Количество золя.	Коллоидный режим до сливания.	Коллоидный режим после сливания.
E 20000	По 50 к. см. казеинового натрия и HCl.	Коллоидный раствор с чуть заметным помутнением при повышении концентрации.	Ясный раствор с опалесценцией в отраженном свете.
E 10000			Легкая опалесценция.
E 5000			Ясная опалесценция.
E 2500			Коллоидный раствор.
E 1000			Молочный раствор.
E 500			Интенсивная молочность.
E 332			Мелкая муть.
E 250			Хлопьевидный осадок.

Из всех этих наблюдений и опытов явствует, что соотношение между потенциалом массы и энергии для пересыщенных систем можно выразить таким законом, аналогично формулированным закону Клапейрона и Вант-Гоффа:

$$D = \frac{R_1}{CT},$$

где D есть степень дисперности, т.-е. потенциал энергии (основной) для пересыщенных систем; C есть концентрация, т.-е. потенциал массы (материи), и T есть температура, т.-е. потенциал побочной энергии.

Итак, закон состояния пересыщенных систем, получающихся внезапно, быстро не разрешающихся и находящихся в равновесии вплоть до их разрешения, изобразится:

$$D \,.\, C \,.\, T = R_1 \text{ (const.)}.$$

Перейдем к сопоставлению двух законов состояния для ненасыщенных систем и для пересыщенных. В ненасыщенных системах основной потенциал энергии p — давление вещества находится в прямой зависимости от потенциала массы C (концентрация вещества) и потенциала побочной энергии T — температуры:

$$P = RCT.$$

В пересыщенных системах основной потенциал энергии D — степень дисперсности вещества — обратно пропорционален потенциалу массы C — концентрации и потенциалу побочной энергии T — температуре:

$$D = \frac{R_1}{CT}.$$

Из этого простого сопоставления ясно видна диалектичность и в отражающем природу законе.

В то время как основной потенциал энергии в первом случае прямо пропорционален остальным двум, характеризующим состояние, во-втором случае соотношение это обратно пропорционально. Ясно видно начало диалектической триады. Если тезой явится ненасыщенное состояние, что и понятно, ибо ненасыщенное состояние — исходное состояние для вещества, — то пересыщенное состояние является к нему совершенно гармонично построенной антитезой. Процесс перетекания одного состояния в другое есть двусторонний процесс с обратными знаками, и происходит он скачком через точку насыщения. Этим подтверждаются и закон взаимного проникновения противоположностей, и закон перехода количества в качество, ибо нарастания одних и тех же C и T вызывают внезапно новую форму движения, новое качество — степень дисперсности, когда вместо прямых ударов молекул получается трение поверхностей при условии аггрегации, сложения молекул в высшие частицы — веймариды.

Физическое истолкование этого перехода таково. Возьмем газ. Он обладает известным давлением, по кинетической теории газов, объясняемой ударами молекул. Этот удар вызывается общей мерой, составляемой из массы и скорости движения. Понижение температуры вызывает понижение скорости движения. Этот процесс можно довести до предела, где начинают преобладать притягательные силы массы. Молекулы связываются, скорость их минимальна; частицы, получаемые через связь, трутся о стенки, а не ударяют; создается большая поверхность трения, и в среде их самих появляется новый вид энергии, и так идет вплоть до создания уже молярных масс, когда частицы настолько сольются друг с другом, что возобладает только одна сила тяготения.

Итак, путь от отталкивания к притяжению, от ударов к силе тяжести, идет через поверхностную энергию, через внутреннее трение.

Всеми этими наблюдениями мы открываем еще новую узловую точку в природе; между молярными массами и физическими молекулами лежат веймариды — частицы с большими поверхностями. Итак, к общему списку ступеней форм движения материи, указанным Энгельсом, мы прибавляем еще одну. В общем получается такая схема: эфирные атомы, химические атомы, физические молекулы, к о л л о и д н ы е в е й м а р и д ы, молярные массы, небесные тела.

Закон состояния пересыщенных систем, сформулированный мною, раскрывает одну из тайн, до сих пор никак не поддававшуюся объяснению для химиков и физиков, состояние, считавшееся ими мнимым.

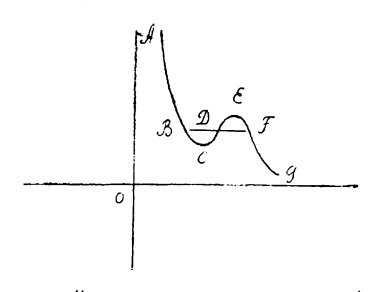
Под давлением ряда экспериментальных данных, Ван-дер-Ваальс уравнение Клапейрона перестроил в более сложное, а именно:

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT.$$

Объяснения необходимости введения величин $\frac{a}{v^2}$ и b таковы: объем может уменьшаться, но не до бесконечности, ибо сами молекулы газа занимают некоторое пространство, отсюда вытекает необходимость — b; давление же всегда будет больше

наблюдаемого на известной границе, когда скажутся силы между молекулами, стремящиеся увеличить общий уровень давления; отсюда $\frac{a}{v^2}$.

Если раскрыть это уравнение в последовательную кривую, то получится такая картина:



В кривой чрезвычайно интересен перегиб от *F* до *B*. Тов. Тимирязев в своей «Кинетической теории материи»[1] по поводу этого перегиба пишет: «Мы видим, следовательно, что по Ван-дер-Ваальсу переход от газа к жидкости происходит непрерывно, на деле же изотерма состоит из двух частей: теоретической изотермы *GF* и *BA* и прямой *FDB* в отличие от теоретической кривой *GFEDCB*». Не возражая против наличия перегиба, т. Тимирязев, однако, замечает: «состояния, отвечающие части кривой *EDC*, нельзя наблюдать потому, что они неустойчивы». Здесь уменьшению объема соответствует уменьшение давления. «Вследствие этого процесс уменьшения объема пойдет неудержимо дальше». «Части же кривой *EF* и *BC* действительно наблюдались: это—пересыщенный пар (часть кривой *FE*)». «Часть кривой *BC* изображает перегретую жидкость».

По поводу этого же перегиба академик Курнаков пишет:[2] «Две отдельных ветви (кривых) оказываются принадлежащими одной кривой даже при тех условиях, когда эти ветви соединяются при посредстве участка, который не может быть осуществлен в действительности», и далее «волнообразную ветвь..., принадлежащую неустойчивым состояниям равновесия».

---

[1] А. К. Тимирязев. Кинетическая теория материи. ГИЗ. 1923. Стр. 289 и 290.

[2] Введение в физико-химический анализ, акад. Н. С. Курнакова. Л. 1925. Стр. 44 и 60.

Итак, и химик, и физик сходятся во взглядах, что волнообразная часть кривой Ван-дер-Ваальса — мнимая или почти мнимая: «нельзя наблюдать», «не может быть осуществлена в действительности».

Если закон Ван-дер-Ваальса является крупным достижением, отражающим действительный процесс в природе, диалектически идущий с противоречиями, то одной ссылкой на мнимость ничего не докажешь. Или закон неверен, или необходимо допустить еще какие-то факты.

Закон пересыщенных состояний и открывает новые факты, указывающие на диалектичность процесса перехода из одного состояния в другое.

Раз оно совершается через пересыщение, а для пересыщенных состояний закон между потенциалами принимает обратную зависимость, этот необъяснимый ранее перегиб кривой объясняется весьма легко. На известной точке сгущения газа он переходит в пересыщенное состояние; для него параметры появляются иные, но аналогичные; между ними соотношение обращается, что и показывает кривая, ибо изгиб ее прямо противоположен прежнему ходу. Если рассматривать процесс в прежних параметрах p и v, процесс как бы прерывается, ибо прежние параметры перестают существовать, но по существу процесс остается непрерывным, ибо появляются другие параметры (D и C), которые себя выявляют в другом соотношении. Получается вполне диалектическое понимание. Процесс одновременно и прерывен и непрерывен, ибо эти понятия полярны и оба могут присутствовать одновременно в зависимости от исходных точек. На деле же при этом происходит появление новой формы движения, а факт появления новой формы движения прекращает прежнюю закономерность, откуда и получается скачок, но не прекращает общей закономерности процесса в целом.

А. Варьяш

Об общих законах диалектики в книге Энгельса «Диалектика Природы»

Замечательная работа Энгельса, выпущенная Институтом Маркса и Энгельса под названием «Диалектика Природы», нашла уже освещение в нашем Сборнике № 2 в ряде статей т.т. Тимирязева, Цейтлина и др. Эти статьи обращали особое внимание на определенные проблемы, на особенные стороны того большого богатства, которое имеется в книге Энгельса. Но не нашла еще освещения до сих пор одна из важнейших ее глав—«Общий характер диалектики как науки», равно как и те многочисленные отдельные замечания, которые имеются по этому вопросу почти во всех других главах книги. Автор ставил себе целью собирать и систематизировать этот богатейший и ценный вклад в теорию марксистской, материалистической диалектики. Он считает это не только своей обязанностью по отношению к Энгельсу, но исходит еще и из того соображения, что, может быть, ему удастся осветить хотя бы некоторые пункты, являющиеся спорными в современной марксистской литературе. Может быть, аргументация Энгельса внесет ясность в эти спорные вопросы, хотя, вероятно, не для группы наших противников (они уже слишком удалились от Энгельса), но для многих читателей, не принадлежащих к их лагерю и имеющих больший научный багаж в области естествознания, чем те товарищи.

Первый вопрос, который я в качестве введения имел в виду,— это вопрос об отношении формальной и диалектической логики. Книга Энгельса замечательна именно тем, что в ней имеется обширный материал и, что главное, — идейное богатство для разработки диалектической логики. К сожалению, Энгельсу не было суждено создать систематическое сочинение из этого

громадного материала. Но и то, что он дал в этой работе, и, кроме того, в его сочинениях — «Людвиг Фейербах» и «Анти-Дюринг», — представляет нам колоссальное достояние для построения диалектической и материалистической логики.

1. Отношение формальной и диалектической логики

Первый вопрос состоит в том, как смотрел Энгельс на отношение формальной и диалектической логики. Должен уже заранее сказать, что по этому поводу у него имеется меньше, чем о вопросах самой диалектики. Но если мы сопоставим изложение Энгельса с тем, что было сказано после него другими марксистами, идущими за ним (Плехановым и Лениным, главным образом), то можно создать все-таки довольно точное представление о том, как смотрит марксизм на упомянутую связь. Я приведу одно место, которое дает общую характеристику вопроса. В заметках, которые Энгельс писал в 81—82 годах, он говорит следующее: «Диалектическая логика, в противоположность старой, чисто формальной логике, не довольствуется тем, чтобы перечислить и сопоставить без связи формы движения мышления, т.-е. различные формы суждения и умозаключения. Она, наоборот, *выводит эти формы одну из другой, устанавливает между ними отношение субординации, а не координации, она развивает высшие формы из низших*» («Диалектика Природы», стр. 179. Подчеркнуто нами. Дальше я буду цитировать книгу так: «Д. Пр.»).

Следовательно, Энгельс смотрел на это отношение так (это, между прочим, известно нам также и из определений других марксистов), что формальная логика является определенным, ограниченным случаем диалектической логики, т.-е. формальные законы имеют место только при известных условиях. Формальная логика остается в силе и после того, как диалектическая логика уже все больше и больше завоевывает свои права в области естествознания и общественных наук. Она остается в силе там, «где рассматриваются малые отношения или короткие промежутки времени». [1] Эта характеристика не отличается существенно от данной Плехановым характеристики, сводящейся

[1] «Д. Пр.», стр. 37. В переводе имеется ошибка. В подлиннике говорится: kleine Vethältnisse—малые отношения, а не незначительные, как в переводе имеется.

к тому, что формальная логика остается в силе тогда, когда речь идет не о движении, а о покое. Но она представлет собой, на мой взгляд, более удачную формулировку. Я думаю, что это определение Энгельса действительно более точно характеризует отношение формальной логики к логике диалектической, потому что, говоря о покое, ясно, что его надо понимать условно. Абсолютного покоя вообще нет. Покой—относительная вещь. По отношению к одной системе вещь покоится. По отношению к другой системе, к другому телу та же самая вещь не покоится, и поэтому говорить о покое вообще, без указания того, по отношению к чему оно покоится, собственно говоря, не приходится. Поэтому, повидимому, определение Энгельса, что формальная логика имеет значение тогда, когда речь идет о малых отношениях и о коротких промежутках времени, означает, что она имеет значение и в случае малого движения. В условиях малых движений можно пользоваться законами формальной логики. Возьмем хотя бы маленький пример. Если мы выводим математическую формулу закона свободного падения, то, как известно, сначала мы возьмем очень маленький промежуток времени в предположении, что скорость за это время не изменяется. Это, конечно, условно, потому что мы знаем, что она изменяется, но в виду того, что мы возьмем какой угодно малый промежуток времени, мы можем пренебречь этим небольшим изменением скорости. Мы можем оперировать определением пути в течении этого малого промежутка времени по формуле, которая в большом масштабе имеет значение только для равномерного и прямолинейного движения. Вот как понимает Энгельс это дело.

Тут естественно возникает вопрос, как понимается Энгельсом отношение между тождеством и различием. Он важен для решения нашей проблемы потому, что раз мы решаем, что абсолютного покоя вообще нет, то с точки зрения Энгельса нет и абсолютного тождества, хотя тождество и вместе с ним и формальные законы условно принимаются им. Раз вещи постоянно меняют свое состояние и положение, ясно, что об абсолютном тождестве самому себе не может быть и речи. Энгельс здесь идет по стопам Гегеля и определяет отношение между тождеством и различием так, что тождество является отдельным,

вовсе не самостоятельным моментом постоянного изменения и различия. В этом же смысле говорит и Гегель во второй части «Логики» (о сущности). Таким образом и понятие тождества является относительным. Говорить о тождестве в метафизическом смысле, о полной неподвижности, неизменяемости и тождественности самому себе с точки зрения диалектики, с точки зрения Энгельса, не следует.

В связи с этим можно решать и другой важный вопрос, связанный тесно с вопросом о тождестве и различии. Раз формальные законы логики,—т.-е. законы тождества, противоречия и исключенного третьего,—являются частными случаями диалектических законов, то само собою напрашивается: действительна ли диалектическая логика и по отношению к формальной логике? Логика диалектическая является наукой о наиболее общих законах движения, понимая под движением, конечно, не только одно движение молярных тел, но и всякого рода движение, кончая тем очень сложным движением, которое связывается с мышлением. Так как формальная логика является частью всей теории огромной области, само собою разумеется, что диалектическая логика как общее учение имеет значение и для формальной логики. Формальные законы становятся ясными, понятными для нас только в том случае, если они получают освещение именно с точки зрения диалектической логики. Энгельс указывает очень ясно на такое решение. Он говорит, что формальные законы, различные формы суждения, умозаключения с точки зрения формальной логики координированы. Но с точки зрения диалектической логики между ними существует субординация, а не координация. Диалектика развивает высшие формы из низших. В этом Энгельс видит различие между формальной и диалектической логикой и одно из преимуществ последней. Энгельс смотрел на формальную логику таким образом, что она устанавливает некоторые законы мышления, но без субординации, без той связи, которая между этими законами на деле существует. Как видно, получается очень важный результат. Диалектические законы значимы не только для всей природы и общества, но даже для подлинного понимания самых формальных законов.

2. Общие законы диалектики

После этого краткого введения я непосредственно перейду к рассмотрению основных законов диалектики, намеченных Энгельсом. Законы диалектики являются не просто законами мышления, но вместе с тем и подлинными законами самой природы и общества. Мы все знаем еще из средней школы, что логикой обыкновенно называется учение о законах мышления. Но это определение не верно. Даже формальная логика не занимается только законами мышления. Ведь и формальная логика изучает некоторые наиболее общие (не все, а некоторые) свойства бытия. И она говорит о предмете вообще, о свойствах, о качестве, о количестве—значит об общих категориях бытия, хотя и говорит о них не исчерпывающим образом и, что главное, не занимается тем явлением, которое имеет самое решающее значение, именно движением. Но, безусловно, закон тождества и даже любая форма умозаключения—это не просто закон нашего субъективного мышления, а выражает объективное отношение самых вещей. Иначе совпадение наших теоретических рассуждений с опытом было бы непонятным.

Этот вопрос, как известно, был всегда одним из наиболее животрепещущих вопросов гносеологии, главным образом со времен Локка и Канта. Кант прямо так и поставил вопрос: как возможно, что мы исходим из некоторых элементарных понятий, скажем, в области математики, и построим на них большую систему, а после этого применяем полученные результаты к физике? (во время Канта только механика была систематически разработана). Как возможно, что мы получаем правильные результаты, т.-е. результаты, оправдывающиеся в опыте? Откуда это «чудо»? Конечно, с точки зрения Канта, который в этом вопросе стоял на идеалистической точке зрения, это было чудом, потому что он исходил из того предположения, что законы логики и математики априорны, т.-е. они не из опыта были нами получены. Если мы понимаем математику так, то возникает чрезвычайно трудный вопрос. Если законы логики и математики не зависят от опыта, тогда опыт должен зависеть от них, ибо соответствие между математикой и действительностью имеется. Если опытное происхождение значения этих законов отвергается,

приходится решить вопрос противоположным образом. Так и решил его Кант. С нашей же точки зрения и формальная логика выражает некоторые общие свойства самого мира, не самые характерные, конечно, но все-таки объективные свойства. Тем более верно это по отношению к диалектической логике. Энгельс поднимал этот вопрос, и он дал следующий ответ: «Вещественный, доступный нашим чувствам мир, к которому принадлежим мы сами, есть единственный действительный мир, и наше сознание и мышление, как бы это ни казалось сверхъестественным (unser Bewusstsein und Denken, so übersinnlich es scheint), порождаются вещественным телесным органом—«мозгом» (Энгельс, «Л. Фейербах», немецкий оригинал. Издание Дица, VII изд., стр. 18).

Значит, мышление и сознание порождаются вещественным органом (мозгом). Значит, они являются результатом сложного процесса определенной, очень высоко организованной материи. Наше мышление является частью (и по пространственным размерам его органа—очень небольшой частью) вселенной. Из этого обстоятельства будет понятна и та мистифицированная форма отношения мышления к бытию, которая была у Гегеля, объясняющего, почему законы мышления и законы действительности по существу одни и те же. Да они и не могут не быть одними и теми же по существу, раз законы мышления представляют собой, правда, наиболее сложные, случаи законов бытия вообще. Потому и мышление является результатом определенной ступени в развитии материи. На первый взгляд может казаться, что это—слишком простое решение исторического вопроса, занимающего с тысячелетий наиболее крупных философов, выдумывающих всевозможные сложные построения для того, чтобы объяснить, каким образом возможно познание мира. Однако, идеалисты закрыли с самого начала для себя путь действительного, т.-е. материалистического, не отнюдь не простого объяснения, ибо они исходили из того основного ложного предположения, что у нас имеются заранее данные, априорные принципы мышления. Раз они хотели примирить такие противоречия, как априорные принципы—с одной стороны и опытное познание мира—с другой, ясно, что нужно было построить невероятно сложные системы, которые именно благодаря своей

сложности не легко дали возможность вскрыть все противоречия, все несовместимости и несуразности, имеющиеся в них. Решение Энгельса, правда, сухое, или во всяком случае не такое поэтическое, как у Канта или Гегеля, но оно материалистическое, верное. Решение Энгельса заключается в том, что мышление есть часть всей действительности и поэтому подчиняется тем же законам, которые вообще правят действительностью и которые вовсе не просты, а, наоборот, очень сложны.

а) Закон перехода количества в качество

Я перейду к основным законам материалистической диалектики.

Но прежде этого я должен указать на то́, что Энгельс в «Диалектике Природы» подробно разработал только закон перехода количества в качество. По двум другим законам имеется ряд примеров, но изложения законов взаимопроникновения противоположностей и отрицания отрицания в систематическом виде Энгельс в этой работе не дает. VIII глава — «Общий характер диалектики как науки»—не была закончена Энгельсом. После короткого введения он подробно рассматривает лишь первый закон. Более подробный анализ третьего закона имеется в «Анти-Дюринге» (стр. 116—129); там же есть и анализ первого закона (стр. 106—116, Госиздат, 1923). Поэтому мне придется кое-что добавить из других сочинений Энгельса, а также обращаться и к Гегелю.

Первый закон—переход количества в качество и обратный процесс. Об этом принципе очень много говорили. Возникли различные споры о том, что является первоначальным—качество или количество, или, может быть, они координированы, хотя и находятся в единстве. Существуют ли такие науки, которые занимаются по преимуществу, или почти исключительно, только количественными отношениями, между тем как существуют и такие науки, которые по преимуществу, или почти исключительно, занимаются качественными отношениями? Я буду говорить словами Энгельса. Тогда будет ясно, как Энгельс понимал дело, и как надо и нам понимать, опять-таки взять вещь так, как она есть, т.-е. дать решение с точки зрения диалектического материализма, старающегося повсюду и везде

внести ясность. Опираться нужно на факты, на результаты науки, на уже вскрытые истины, т.-е. на истины, полученные путем экспериментов, наблюдений и примененные в промышленности.

Вот что говорит Энгельс: «Ошибка (Гегеля. А. В.) заключается в том, что законы эти не выведены из природы и истории, а навязаны последним как законы мышления. Отсюда вытекает вся вымученная и отчасти ужасная конструкция: мир,—хочет ли он того или нет,—должен согласоваться с логической системой, которая сама является лишь продуктом определенной ступени развития человеческого мышления. Если мы перевернем это отношение, то все принимает очень простой вид, и диалектические законы, кажущиеся в идеалистической философии крайне таинственными, немедленно становятся простыми и ясными» («Д. Пр.», стр. 221. Подчеркнуто нами). С точки зрения идеализма, действительность должна согласоваться с какой-нибудь логической системой, в данном случае с гегелевской, а не обратно. Что это показывает? С точки зрения Энгельса всякая система логики является продуктом определенной ступени развития мышления общественного человека. У Энгельса имеется еще чрезвычайно важная идея о том, что надо делать решительное различие между мышлением—с одной стороны и различными теориями о мышлении—с другой стороны. У Энгельса имеется место в «Д. Пр.» (я приведу это место), где он ясно и строго проводит это различие.

«Теоретическое мышление каждой эпохи,—говорит Энгельс,—значит и нашей эпохи,—это исторический продукт, принимающий в различные времена очень различные формы и получающий поэтому очень различное содержание. Следовательно, наука о мышлении, как и всякая другая наука, есть историческая наука, наука об историческом развитии человеческого мышления. И это имеет значение и для практического применения мышления к эмпирическим областям, ибо, во-первых, теория законов мышления не есть вовсе какая-то раз навсегда установленная «вечная истина», как это связывает со словом «логика» филистерская мысль. Сама формальная логика являлась, начиная с Аристотеля и до наших дней, ареной ожесточенных споров. Что же касается диалектики, то до сих пор она была исследована более или менее точным образом

лишь двумя мыслителями, Аристотелем и Гегелем. Но именно диалектика является у современного естествознания самой правильной формой мышления, ибо она одна представляет аналог и, значит, метод объяснения происходящих в природе процессов развития, для всеобщих связей природы, для переходов от одной области исследования к другой» («Д. Пр.», стр. 125—127. Подчеркнуто нами).

Стало-быть, всякая логическая система является определенной теорией. Не только физическая или математическая теория является отражением (более или менее точным) действительности, но и логические теории таковы. Это как-будто бы азбучная истина. Но в том-то и дело, что, когда люди говорят о формальной логике, они полагают, что аристотелевская логика — это воплощение человеческого разума, и забывают о том, что она есть одна из теорий, и таких теорий в истории возникло не мало. Конечно, было бы ошибкой думать, что, раз мы говорим о них, как о теориях, из этого следует, что они обязательно противоречат друг другу, т.-е. совершенно ошибочны. Ничего подобного. Какая-нибудь логическая теория может оказаться уже не вполне удовлетворительной в качестве научно-методологического аппарата, и тогда на смену ей выступит новая теория, но это вовсе не означает, что старая теория стала совершенно излишней, неправильной. Старая теория, как в области методологии, так и в области отдельных положительных наук, так или иначе преобразуется, расширяется, обобщается. В конце-концов выходит так, что старая теория представляет собою какой-нибудь более узкий, частный случай новой, другой теории. Это можно видеть на каждом шагу. В области математики, как мы знаем, у египтян и еще у греков до-александровской эпохи были известны натуральные и рациональные числа, и только Евклид разработал теорию иррациональных чисел. Он дал такое определение, что рациональные числа входили в новую систему, ограничиваясь определенной, более узкой областью. Энгельс в знаменитой главе об общем характере диалектики как науки указывает на то, что законы диалектики тесно связаны друг с другом. Он не впал в ту ошибку, в которую впали традиционные логики, координировавшие эти

законы, а пошел по указанию действительного развития науки, понимая формальные законы, как частный случай диалектических. Он указывает на то, что формальные законы имеют теснейшую связь между собой. К сожалению, эта глава осталась незаконченной. Энгельс здесь пишет следующее: «Мы не собираемся здесь писать руководство по диалектике, а желаем только показать, что диалектические законы являются реальными законами развития природы и, значит, действительны и для теоретического естествознания. **Мы поэтому не будем заниматься вопросами о внутренней связи этих законов между собой**».[1] Я думаю, каждому ясно, что он считает нужным заниматься внутренней связью этих законов между собой,—он прямо указывает на эту внутреннюю связь. Вскрыть ее и является одной из очередных задач нашего времени.

Перехожу к самому вопросу. Мы знаем, что Энгельс очень часто подчеркивал, что нет количества без качества и качества без количества. В этом вопросе, который в последнее время так сильно занимал нашу ученую публику (взаимоотношение качества и количества), обнаружилось много путаницы. Говорилось о том, что математика—это есть чисто количественная наука, и механика тоже почти чисто количественная наука, а затем следуют такие науки, в которых, кроме количества, имеется уже и качество (в области физики, химии и т. д.). Биология же есть настоящая качественная наука. Я думаю, что это все, что угодно,—но только не диалектический подход. Этот взгляд противоречит определению, что нет количества без качества и качества без количества. Энгельс неоднократно говорит об этом, и я могу такие места сколько угодно цитировать. «Не существует просто качество. Существует только вещь, обладающая качествами и при этом бесконечно многими качествами. У двух различных вещей всегда имеются известные общие качества (по крайней мере свойство телесности)».[2] По поводу механики Энгельс как-будто отрицает качества. Он говорит: «В механике мы не встречаем никаких качеств, а в лучшем случае состояния, как равновесие, движение,

[1] «Д. Пр», стр. 221. Подчеркнуто нами.
[2] «Д. Пр.», стр. 147.

потенциальная энергия, которые основываются на измеримом перенесении движения и могут быть выражены количественным образом. Поэтому, поскольку здесь происходит качественное изменение, оно обусловливается соответствующим количественным изменением» («Д. Пр.», стр. 223). Ясно, что Энгельс не отрицает качества вообще в области механики. Энгельс говорит о том, что не существуют такие качества, которые не были бы основаны на измеримом перенесении движения, и которые не могли бы быть выражены с количественной стороны. Вот смысл той фразы, потому что иначе получилось бы противоречие с последним предложением: «Поэтому, поскольку здесь происходит качественное изменение, оно обусловливается соответствующим количественным изменением», т.-е. качественное изменение обусловливается количественным изменением. Но это верно, конечно, не только в области механики, а вообще. Что и математика и механика не являются чисто количественными науками,—это будет сразу ясно, если вспомним, что разные аналитические выражения математики соответствуют определенным геометрическим формам, фигурам (уравнение эллипсиса и т. д.). Геометрические точки могут образовать эллипсис и параболу или круг, и разница заключается именно в разных законах расположения элементов, точек. Даже в арифметике имеется качество. «Число,—говорит Энгельс,—есть чистейшее, известное нам количественное определение. Но оно полно качественных различий. Гегель, количество и единица, умножение, деление, возведение в степень, извлечение корня. (Здесь Энгельс указывает, что уже Гегель так смотрел на математические операции. А. В.). Благодаря этому получаются уже,—на что не указывает Гегель,—качественные различия» («Д. Пр.», стр. 83).

В геометрии, в зависимости от того, по какому закону располагаются точки, мы получаем разные геометрические фигуры. Сказать, что какая-нибудь геометрическая фигура есть чисто количественное явление, по-моему, не приходится, потому что форма вообще не есть голое количество. Конечно, она обладает также и количеством. Но мы говорим о подобии геометрических фигур, а это означает, что некоторые фигуры подобны независимо от их величины. Треугольники подобны, если все углы равны,—стороны же могут быть как угодно разны по величине. Таким образом,

и в области геометрии имеется качественный момент. Но это не все. Существует целая область математики, занимающаяся качественными закономерностями пространственных образований,— это геометрия положения. Здесь вовсе не нужно точно измерять; эта геометрия изучает те свойства фигур, которые не изменяются с определенным изменением самых фигур. Механика, естественно, еще больше имеет дело с качеством. Комбинаторика—это наука о всевозможных расположениях элементов.

Энгельс подчеркивал тесное отношение между качеством и количеством. Он указывает на химические свойства элементов, как на периодическую функцию их атомных весов. Это было тогда, когда Менделеев открыл свою знаменитую таблицу элементов. Энгельс с самого начала сразу понял огромное значение этого открытия, торжественно воспринял и сравнил его с подвигом Леверрье, который путем теоретических исчислений открыл Нептун. Но если химические свойства являются периодическими функциями атомных весов, тогда безусловно можно сказать, что качество и количество находятся в диалектической связи, в такой связи, что они не могут быть оторваны друг от друга. Энгельс никогда не представлял себе дело так, как-будто существуют какие-нибудь отвлеченные количества без качеств, и что существует наука, занимающаяся только голым абстрактным количеством.

Еще более сложное соотношение между качеством и количеством имеется в области биологии. Каково это отношение? Можно ли сводить процессы жизни к физико-химическим законам материи? Тут я хочу опять говорить словами Энгельса:

«Изучение химических процессов наталкивается на органический мир, как область исследования, как на мир, в котором химические процессы происходят согласно тем же законам, но при иных условиях, чем в неорганическом мире, для объяснения которого достаточно химии. Все химические исследования органического мира приводят в последнем счете к одному телу, которое, будучи результатом обычных химических процессов, отличается от всех других тел тем, что является самостоятельным, постоянным химическим процессом,—приводят к белку. Если химии удастся изготовить этот белок в том определенном виде, в котором он, очевидно, возник в виде

так называемой протоплазмы..., то диалектический переход совершится здесь и реально, т.-е. будет закончен. Если химии удастся изготовить белок, то химический процесс выйдет из своих собственных рамок, как мы видели это выше относительно механического процесса. Он проникает в обширную область органической жизни. Физиология есть, разумеется, физика и в особенности химия живого тела, но вместе с тем она перестает быть специально химией: с одной стороны— сфера ее действия здесь ограничивается, но с другой—она поднимается на высшую ступень» («Д. Пр.,», стр. 197).

Такое же важное значение имеет другое место из «Диалектики природы»: «Количество и качество соответствуют здесь друг другу взаимно (речь идет о превращении энергии из одной ее формы в другую по строго определенному количественному закону. А. В.)... Здесь речь идет пока только о неорганических телах: этот же самый закон применим и к органическим телам, но он происходит при гораздо более запутанных обстоятельствах, [1] и количественное измерение здесь еще и ныне часто невозможно». [1]

Нуждается ли объяснение жизни еще в каком-нибудь другом начале, кроме физико-химических? Энгельс ясно говорит о том, что тот же самый закон (т.-е. законы физики и химии. А. В.) применим и к органическим телам. А, может быть, законы физико-химические необходимы, но недостаточны для объяснения и, что главное,—для воссоздания живого белка. Энгельс отрицает такую возможность. Физико-химический закон в области биологии «происходит при гораздо более запутанных условиях, и количественное измерение здесь еще и ныне часто невозможно». Ни о каких дополнительных закономерностях, не-физико-химического характера, представляющих достаточные, а не только необходимые условия, Энгельс не говорит, даже намека на таковые у него нет.

---

[1] «Д. Пр.», стр. 223. Подчеркнуто нами. В оригинале Энгельс говорит о Bedingungen, что по-русски означает условия. Обстоятельство—это по-немецки Umstand.

На стр. 379 Энгельс опять возвращается к этому же вопросу и определяет свою точку зрения так ясно, что не может быть никакого сомнения относительно его понимания жизни, как специального синтеза физико-химических начал (т.-е. такого, который встречается только в области живых тел). «Остается еще добиться только одного: объяснить возникновение жизни из неорганической природы. На современной ступени знания это означает попросту возможность изготовить белковые тела из неорганических веществ. Химия все более и более приближается к решению этой задачи, хотя она и далека еще от этого. Но если мы вспомним,... какое бесчисленное множество так называемых органических соединений получается теперь искусственным образом, без помощи каких бы то ни было органических веществ, то мы не решимся, конечно, утверждать, что белок является непереходимым барьером для химии. В настоящее время она в состоянии изготовить всякое органическое вещество, состав которого она точно знает; лишь только будет точно известен состав белковых тел, химия сможет приступить к получению живого белка. Но требовать от химии, чтобы она делала в мгновение ока то, что самой природе, при исключительно благоприятных обстоятельствах, только на отдельных планетах удалось сделать после миллионов лет,—это значит требовать от нее чудес» («Д. Пр.», стр. 379).

На следующей странице Энгельс еще добавляет: «Белок возникает все же как продукт химического процесса».

Я прочту вам еще два места, чтобы не осталось никакого сомнения относительно понимания Энгельсом жизни.

«Химия находит только при исследовании органических соединений настоящий ключ к истинной природе наиважнейших тел; с другой стороны—она составляет тела, которые встречаются только в органической природе. Здесь химия приводит к органической жизни, и она подвинулась достаточно далеко вперед, чтобы убедить нас, что она одна объяснит нам диалектический переход к организму» («Д. Пр.», стр. 9. Подчеркнуто Энгельсом).

Второе место имеет большой интерес, бросая свет на то, как Энгельс представлял себе объяснение перехода из одной

области явлений в другую. По поводу вопроса о делимости материи и так называемых мельчайших частиц он пишет: «Точно так же (как в химии. А. В.) и в физике мы должны принять известные—для физического исследования мельчайшие—частицы, расположение которых обусловливает форму и сцепление тел, колебания которых выражаются в теплоте и т. д. Но мы и до сих пор ничего не знаем о том, тождественны ли между собой или различны физические и химические молекулы. Гегель очень легко справляется с этим вопросом о делимости, говоря, что материя—и то и другое, и делима и непрерывна, и в то же время ни то, ни другое, что вовсе не является ответом, но что теперь почти доказано» («Д. Пр.», стр. 29).

Значит дело не только в числе, но и в пространственной группировке элементов. Стереохимия именно так объясняет явление изомерии, т.-е. разным пространственным расположением тех же самых элементов. Она осуществляет ту возможность, о которой говорит Энгельс. Химия и еще более электронная теория стремится к осуществлению этой идеи и имеет уже значительные успехи.

Относительно изомерии взгляд Энгельса вполне совпадает с современным взглядом химиков (об электронной теории он еще не мог высказаться). Вот что он пишет: «В этих рядах (речь идет о гомологических рядах простейших углеводов. А. В.) гегелевский закон выступает перед нами еще в другой форме. Нижние члены его допускают только одно единственное взаимное расположение атомов. Но если число объединяющихся в молекулу атомов достигает некоторой определенной для каждого ряда величины, то группировка атомов в молекулы может происходить несколькими способами; могут появиться два или несколько изомеров, заключающих в молекуле одинаковое число атомов C, H, O, но качественно различных (изомеров. А. В.) между собой. Мы в состоянии даже вычислить, сколько подобных изомеров возможно для каждого члена ряда» («Д. Пр.», стр. 227).

Это место, на мой взгляд, имеет исключительный интерес: Энгельс старается доказать, что качественно различные изомеры, «заключающие в молекуле одинаковое число атомов C, H, O», объясняются, т.-е. химические свойства

изомеров объясняются «группировками атомов в молекулы», через «взаимное расположение атомов» (там же). Качественно различные изомеры, так как в них входят те же атомы того же числа, объяснимы при помощи их разной пространственной группировки или расположения.

Энгельс вполне осознал этот могущественный способ объяснения в области химии и, впоследствии, и в электронной теории. Он утверждает, что естествознание объясняет явления, главным образом, двумя факторами. Во-первых, определенными материальными элементами, которые, конечно, обладают некоторыми основными качествами, и, кроме того, еще числом и пространственным расположением этих элементов. Я могу показать еще одно место, где он говорит: «Закон Гегеля имеет силу не только для сложных тел, но и для самых химических элементов. Мы знаем теперь, «что химические свойства элементов являются периодической функцией атомных весов»... [1]

Здесь он говорит об этом положении, как о положительном, сложившемся деле, а не как о возможности.

Несомненно, вопрос: сводимы или не сводимы процессы жизни к физико-химическим законам материи, — является одним из центральных. Вокруг этого были различные споры. Правда, в одном месте Энгельс говорит о ней только как о возможности (на стр. 145), «до которой нам еще далеко». Но я цитировал ряд мест, где он говорит об этом, как о само собой разумеющемся, установившемся факте. К тому же, это место относится к более раннему времени (1878—79). Можно было бы возразить, что химические свойства элементов—это одно дело, а другое дело—жизнь. Жизнь—это все-таки не только физико-химическое свойство. Но упомянутые цитаты не дают возможности сомневаться в том, что Энгельс не допускает исключения для жизни, и легко убедиться, что для Энгельса этот вопрос вовсе не являлся проблематичным. Мы уже цитировали важное место на стр. 197. Мы имеем две важных идеи, выясняющих отношение Энгельса к этому вопросу. Говоря о диалектическом переходе из одной области в другую, он пишет: «Изучение химических процессов

---

[1] «Д. Пр.», стр. 227.

наталкивается на органический мир, как область исследования, как на мир, в котором химические процессы происходят согласно тем же законам, но при иных условиях, чем в неорганическом мире, для объяснения которого достаточно химии». (Эти строки были Энгельсом написаны в промежутке 1881—82 г.г.). Сколько бы ни спорили об этом вопросе и оценивали это знаменитое место с точки зрения диалектики, все-таки не обращалось достаточно внимания на два положения Энгельса. Во-первых, «химические процессы происходят согласно тем же законам, но при иных условиях, чем в неорганическом мире». Это означает, что специфичность жизненных явлений заключается вовсе не в том, что они происходят по каким-нибудь иным, не физико-химическим законам, а только в том, что они происходят по тем же законам, но при иных условиях. Это же есть слова Энгельса. Дальше на той же странице: «Физиология есть, разумеется, физика и в особенности химия живого тела, но вместе с тем она перестает быть специально химией: с одной стороны, сфера ее действия ограничивается, но, с другой стороны, она поднимается на высшую ступень». Это место тоже не оценивалось, по-моему, по своему достоинству. Здесь говорится, что сфера физико-химических законов в области биологии ограничивается, потому что последние тут применяются к явлениям особого рода, явлениям жизни,—а это есть известное ограничение, а, с другой стороны, они в новых условиях выражают более сложную структуру материи, и поэтому они поднимаются на высшую ступень. Значит, с одной стороны ограничиваются, а с другой стороны поднимаются на высшую ступень. Как это понимать? Вот ответ Энгельса: «Речь идет пока о неорганических телах: этот же самый закон применим и к органическим телам, но он происходит при гораздо более запутанных обстоятельствах, и количественное измерение здесь еще и ныне часто невозможно».[1] «Еще» и «ныне», но он не говорит, что это вообще невозможно. Количественное измерение здесь еще часто невозможно, но те же самые законы правят и органическими телами. Разница в том, что процесс происходит «при гораздо более запутанных обстоятельствах», «при иных условиях».

[1] «Д. Пр.», стр. 223.

Есть еще одно место на стр. 380, где он дальше развивает эту идею: «То, что жизнь есть результат всей природы, нисколько не противоречит тому обстоятельству, что белок, являющийся исключительным, самостоятельным носителем жизни, возникает при определенных, даваемых всей связью природы условиях, но возникает все же как продукт химического процесса». Мысль Энгельса совершенно ясна: он признает, во-первых, специфичность жизни и, во-вторых, признает, что организм—это есть физико-химический процесс, есть осуществление физико-химической закономерности при иных, более сложных, запутанных обстоятельствах, чем это происходит в неорганическом мире. Жизнь характеризуется Энгельсом двумя, по видимости, противоречащими свойствами: с одной стороны—специфичностью и с другой стороны—тем, что жизнь есть все же продукт физико-химического процесса.

Каким образом решать это «противоречие»? Энгельс указывает на такое решение, говоря о том, что с одной стороны—сфера действия физико-химических законов в физиологии ограничивается, а с другой—поднимается на высшую ступень. Сейчас возникает вопрос: каким образом дать такое разъяснение этого места, чтобы получился синтез этих двух моментов? Абстрактное толкование, сопоставляющее различные моменты без их диалектического связывания, не есть решение вопроса. Энгельс в процитированных местах дает указание на этот синтез. Законы явлений жизни с одной стороны ограничены в том отношении, что они именно закономерности жизни, и только жизни,—в этом их специфичность,—а с другой стороны—они должны быть физические и химические закономерности. Я спрашиваю: является ли это решение единственным случаем в области положительных наук, или имеются аналогичные случаи, которые в этом же, указанном Энгельсом, смысле уже разрешены? Как во время Энгельса, так и сейчас дать естественно-теоретически точный и подробный ответ на проблему жизни мы пока не можем, а можем только наметить тот путь, по которому естествознание, в частности биология, действительно идет; тот способ, который, несомненно, когда-то решит эту задачу. Для подтверждения того, что этот путь действительно ведет к цели, служит то, что он и до сих пор вел к цели. Я приведу

несколько примеров — аналогичных тому, о чем говорит Энгельс. Когда мы рассматриваем какую-нибудь закономерность очень абстрактного, но простого характера, скажем, свободное падение—с одной стороны и изменение этой абстрактной закономерности в случае, когда учитывается, скажем, и сопротивление воздуха,—с другой (тогда мы уже имеем дело не с свободным падением), то перед нами имеется несколько аналогичный случай. Мы знаем формулу свободного падения точно так же, как и различные формулы для учитывания сопротивления воздуха. Закономерность, характеризующая падение тела, в этом втором случае гораздо более сложна. Вместо формулы Галилея получается закономерность более сложного характера. Вместо $\frac{dv}{dt}=g$, ускорение будет $\frac{dv}{dt}=g-kv$, если v—небольшая величина (100—200 метр.), где v — скорость тела. (Если коэффициент трения будет нуль, как при свободном падении, тогда опять получается старая формула).

$$\frac{dv}{dt}=g-kv. \int \frac{dv}{g-kv}=t+C, \quad g-kv=C'e^{-kt},$$

$$v=\frac{g}{k}(1-e^{kt}). \ (C \text{ и } C'\text{—постоянные}).$$

Что это означает?—Ясно, что падение при сопротивлении воздуха есть случай более сложный, где нужно учитывать не только одно тяготение, но и сопротивление воздуха. Возьмем еще и другой случай. Каждый знает, что одним из важных предметов физики является изучение колебательного движения. Простое колебательное движение характеризуется определенным дифференциальным уравнением, уравнением второго порядка:

$$\frac{d^2S}{dt^2}=-a^2.S.$$

Если колебания постоянно затухают (как это и бывает в природе), то уравнение получает несколько иной вид:

$$\frac{d^2S}{dt^2}=-a^2S-k\frac{dS}{dt}.$$

Если же, кроме силы, вызывающей колебательное движение, действует еще и другая—периодическая сила, то формула переходит в уравнение принужденных колебаний:

$$\frac{d^2S}{dt^2} + k\frac{dS}{dt} + a^2S = P\sin(pt).$$

Первое из этих уравнений характеризует тот случай, когда колебательное движение периодически повторяется без всякой потери движения. Однако, мы знаем, что в мире при действительных материальных телах, такому равномерно-периодическому движению не может быть места. Всякое действительное колебание рано или поздно затухает, а поэтому существует формула, которая характеризует затухающие колебания (вторая формула). Если же мы возьмем принужденное колебание, получается еще более сложный закон, отличающийся от второго тем, что в правой части имеется выражение для силы, влияющей на колебательное движение (третья формула, в том случае, если влияющая сила есть sinus—функция времени). Все эти формулы имеют свою специфичность. Они, в самом деле, разные. Их кривые—разные. Если же мы возьмем сейчас дифференциальное уравнение принужденных колебаний и там для входящих в него постоянных и для периодической силы примем определенные значения, а именно нуль, тогда мы опять получим первое уравнение, характеризующее более простой случай периодических колебаний. Что это означает? Это означает, что, с одной стороны, уравнения принужденного колебания представляют более ограниченные случаи, чем уравнения I и II, потому что характеризуют только этот случай, а не все случаи колебания, а с другой стороны—характеризует более сложную ступень этого явления. Вот случай аналогичный тому, о котором Энгельс говорит. Таких случаев в области физики можно указать сколько угодно. К сожалению, мы не можем написать в данное время в такой точной форме, напр., то уравнение, которое характеризует еще явление неорганическое, но которое путем постоянного осложнения дает уже новое уравнение, характеризующее более ограниченный случай, но зато именно только явление жизни. Оказывается, что специфичность вовсе не противоречит тому требованию, чтобы явления низшего и высшего порядка не

оторвались друг от друга, а являлись бы отдельными ступенями одного и того же процесса, более сложными, или менее сложными, но качественно различными случаями единого процесса.

Энгельс утверждает, что жизнь возникает как продукт химического процесса. Процесс жизни состоит из таких составных моментов, которые все без исключения имеют место и в области неорганических процессов. Все те составные моменты, которые создают жизнь,—это моменты, являющиеся физико-химическими процессами. Но эти моменты могут входить в самые разнообразные синтезы. Некоторые из них—именно те, которые мы называем явлениями жизни, т.-е. те, которые характеризуют белок. Физико-химические компоненты могут действовать весьма разнообразно. Иногда их количество невелико и соотношение просто. А в другом случае из этих химических основных процессов может получиться более сложный процесс, характеризующий именно только ограниченный случай, тот случай, который называется жизнью. Тогда мы получим такое соотношение, которое с одной стороны—по отношению к менее сложным—является ограниченным, потому что характеризует только явления жизни, а с другой стороны—является более конкретным и, конечно, более богатым, но в то же время охватывает и больший круг явлений,—хотя это на первый взгляд кажется противоречием. Закон принужденных колебаний будет более общим по отношению к ряду законов, получающихся из него в качестве частных случаев при определенных условиях. Из уравнения принужденного колебания получается затухающее колебание, как частный случай. Так надо, по-моему, понимать замечательное место у Энгельса, что законы жизни с одной стороны—представляют собою ограничение, а с другой стороны—характеризуют процесс, поднимающийся на высшую ступень. Таким образом, отрыва от физико-химических процессов не будет. Значит, компоненты жизненных процессов те же самые, как и физико-химические. Тут нет никаких сверхъестественных элементов или сил, которые как-то извне попали в наш мир. Они без исключения физико-химические, но они могут входить в самые разнообразные синтезы, между прочим, и очень сложные, именно в такие, которые нам еще в точности неизвестны. Синтезы эти называются жизнью, но они состоят из тех

же физико-химических основных процессов, как и явления неорганического мира. Явления неорганического мира представляют собой гораздо менее сложный синтез химических элементов, при чем жизнь, повидимому, обязана присутствию определенных химических элементов (углерод, азот, водород и т. д.).

Я пришел к такому выводу на основании всего того, что цитировал из Энгельса.

б) Взаимное проникновение противоположностей

Сейчас я перехожу ко второму закону диалектики. У Энгельса имеется блестящий пример этого закона, но он не дал пробного анализа его. Я начну с этого примера. Он—отношение причинности и вероятности. Этот вопрос является одним из наиболее животрепещущих. О нем уже много говорилось, и он касается новейшей, марксистской литературы.

Диалектическая связь между причинностью и случайностью часто понимается так, что так называемые случайные явления не только субъективно, но и объективно случайны, или, другими словами, что, кроме строгой детерминации явлений, кроме ряда строго детерминированных явлений, существуют и другие явления, которые в объективном смысле случайны. Случайность, таким образом, имела бы «более глубокий объективный смысл», она означала бы не просто наше частичное неведение, а что-нибудь более глубокое. Этот взгляд, по нашему мнению, не правилен. Мы говорим о случайности в том условном смысле, что мы не можем объяснять все, что происходит в мире, в этом сложном нашем мире, вскрывая все причинные связи до последней черточки. Но из этого вовсе не следует, что «случайности» сами по себе не являются следствиями причин. Это есть та точка зрения, на которой, по-моему, стоял Энгельс, на которой стою и я, но которая не разделяется всеми. Приверженцы противоположного взгляда ссылаются на Энгельса и говорят, что случайность имеет в природе особое свое объективное бытие; что мы не только с человеческой точки зрения говорим о случайности, но что в самой природе существует случайность. Сторонники этого взгляда ссылались на Энгельса, ссылались на то место, где он говорит о Дарвине в связи с его теорией «о случайных», видовых изменениях. Дарвин объясняет

возможность возникновения новых видов и родов при определенных, подходящих для этого, условиях. Дарвин сам, как естествоиспытатель, конечно, стоял на той точке зрения, что варианты не случайны, но мы не знаем причин их происхождения. Не может быть сомнения, что и Энгельс придерживался точки зрения Дарвина. Как было возможно истолковать Энгельса иначе? Он говорит об этом вопросе совершенно недвусмысленно.

«Дарвин, — говорит Энгельс,—в своем составившем эпоху произведении исходит из крайне широкой, покоящейся на случайности фактической основы. Именно незаметные, случайные различия индивидов внутри отдельных видов, различия, которые могут усиливаться до изменения самого характера вида, ближайшие даже причины которых можно указать в самых редких случаях, именно они заставляют его усомниться в прежней основе всякой закономерности в биологии, усомниться в понятии вида, в его прежней метафизической неизменности и постоянстве» («Д. Пр.», стр. 195. Подчеркнуто нами).

Энгельс указывает на то, что механический материализм не объясняет случайности из необходимости, «наоборот, необходимость низводится до чего-то чисто случайного». «До тех пор, пока мы не можем показать, от чего зависит число горошин в стручке, оно остается случайным; а от того, что нам скажут, что этот факт предвиден уже в первичном стройстве солнечной системы, мы не подвигаемся ни на шаг дальше» («Д. Пр.», стр. 193). Спрашивается: признает ли Энгельс случайным, что в каком-нибудь стручке пять горошин, а не четыре или шесть? Не признает! Он борется против голословного утверждения, что все это происходит от первичного стройства солнечной системы, и требует специального объяснения по причинной связи всякого события, хотя, конечно, наука пока не может браться за объяснение такого незначительного события, как пример со стручком с пятью горошинами. «Наука перестает существовать там, где теряет силу необходимая связь»,—говорит Энгельс («Д. Пр.», стр. 191).

Словом, нельзя думать, что видовые варианты являются объективными случайностями, не подчиненными причинности. Причины их возникновения можно указать лишь в самых редких

случаях, т.-е. мы можем не знать их. Это говорит Энгельс. В «Людвиге Фейербахе» он говорит в этом же смысле. «В природе, а большей частью пока еще и в человеческой истории, они (диалектические законы движения. А. В.) действуют бессознательно и, в виде внешней необходимости, посредством бесконечного множества кажущихся случайностей» («Л. Фейербах», стр. 49).

Я дам еще одно место из того же сочинения Энгельса: «Мы знаем, наконец, что необходимость составляется из чистейших случайностей, и эти мнимые случайности (das angeblich Zufällige) представляют собой форму, за которой скрывается необходимость» (там же, стр. 50). Можно ли сомневаться в том, как Энгельс понимает случайность? Он, конечно, употребляет слово «случайность», как и каждый человек. Никто, конечно, не будет отказываться от слова «случайность», потому что оно ненаучно, неточно. Было бы смешным педантизмом говорить, что нам не приходится говорить о случайности, что это слово нужно вообще вычеркнуть из словаря. Но речь идет не об этом. Словом «случайность» можно пользоваться, но так, как это понимает Энгельс. «До тех пор, пока мы не можем показать, от чего зависит число горошин в стручке, оно остается случайным» («Д. Пр.», стр. 193). Значит, случайность относится к нашему знанию и есть у Энгельса, как и у Дарвина, обозначение нашего частичного (а иногда и полного) неведения причин какого-нибудь события.

Вероятность связывается со случайностью тем, что, поскольку мы обладаем определенным частичным знанием происхождения сложного события, мы можем определять его вероятность.

Слово «случайность» имеет двоякое значение. 1. Случайным называют такое событие, которое принадлежит к определенной системе, где оно строго детерминировано, но является в то же время случайным с точки зрения другой системы. Например, с точки зрения закономерностей истории, личные качества Наполеона считаются случайными, хотя они имели большое влияние на ход истории. Это первое значение случайности. Личные качества Наполеона не были случайными, но, конечно, их нельзя объяснить только из истории французской революции, а для их объяснения необходим еще целый ряд закономерностей

другого порядка. В этом случае говорить о случайности хотя и позволительно, но она означает только указание на другого рода закономерности, как о котором речь идет в данной связи. В этом смысле «случайность» не есть объективное явление (даже теория об объективности «случайных» явлений вовсе не случайная идеология идеалистического пошиба), а определенный вид причинности, причинная связь внутри другой системы, а не той, или не только той, о которой как раз идет речь. 2. Случайностью называется и такое событие внутри одной системы, которое отклоняется от среднего хода процессов, при чем это отклонение может остаться без заметного следствия для общего результата (например, отклонение от среднего распределения скоростей молекул газа), но может оказать и заметное влияние на конечный результат (например, возникновение видовых вариантов в теории Дарвина).

Возьмем, напр., такой закон вероятности, как второй закон термодинамики, который говорит о возрастании энтропии. Это есть закон вероятности. Он опирается на громадное количество отдельных индивидуальных процессов, которые поступают в определенном среднем направлении, от которого имеется известное количество отклонений как в сторону плюс, так и в сторону минус, но которые все-таки идут так, что мы с громадной вероятностью можем предсказать, как будет происходить данный процесс в среднем. Второе начало представляет собой именно не динамический закон, а закон вероятности потому, что допускает исключения, но эти исключения так ничтожны, что для практики они не входят в счет. И хотя с практической точки зрения о втором законе термодинамики можно говорить совершенно спокойно, как о подлинном законе, но теоретически это все-таки только закон вероятности. Каждый знает, что если, например, в котле паровоза есть горячая вода, тогда теплота идет от нагревателя в холодильник. Движение теплоты превращается в механическую работу, и благодаря этому паровоз движется. Мы знаем, что до сих пор никто не заметил такого случая, когда процесс не так произошел, чтобы теплота пошла «от себя», т.-е. без одновременного течения естественного процесса, именно другого количества теплоты, не того, которое превращается в

механическую работу,—не от нагревателя к холодильнику, а обратно, т.-е. чтобы более холодное место (холодильник) отдало бы теплоту более теплому месту (нагревателю). Никто еще не заметил такого процесса. Однако, по этому принципу (второму принципу термодинамики) такой случай вовсе не исключен. Он крайне невероятен, с ним мы считаться не будем, и не стоит считаться. При участии квадриллионов молекул такой случай может случиться один раз через триллион и квадриллион лет, т.-е. для такого события требуется больше времени, чем наша солнечная система будет жить. Нам поэтому не приходится беспокоиться, если мы едем, скажем, из Москвы в Крым что как раз с нами случится этот невероятный случай. Не в этом практическом смысле говорят естествоиспытатели, что закон энтропии—не динамический закон, а закон вероятности. Закон энтропии в практической жизни так же оправдывается, как любой динамический закон. Однако, теоретически он все-таки не есть динамический закон. Законов динамики мы не в состоянии точно констатировать в природе нашими инструментами. Для этого нам нужно было бы создать такую изоляцию, которая практически невозможна. Однако, теоретически все-таки существует разница между динамическими законами и законами вероятности. А что это означает? Означает ли это, что случайность, как таковая, есть объективное явление? Ничего подобного! Это означает, что если бы мы обладали такими способностями, которыми, к сожалению, ни один человек не обладает, то мы могли бы исчислять путем применения законов динамики траекторию каждого отдельного атома или молекулы, которая имеется в котле, и исчислять заранее кинетическую энергию каждой молекулы в отдельности и т. д. Тогда мы бы могли определить точно результат, получаемый экспериментально. Однако, мы, конечно, этого делать не можем, и, даже если бы смогли, мы бы не сделали, ибо результат практически остался бы один и тот же, и поэтому мы будем применять теорию вероятности и будем изучать процесс только в такой форме, в какой он в среднем происходит, и будем отвлекаться от тех отклонений, которые постоянно возникают, но скоро опять отпадают. Мы знаем, что поскольку имеется громадное количество отдельных индивидуумов, то среднее

распределение состояния мы можем исчислять по теории вероятности. Последняя применяется не только к кинетической теории газов, но и к некоторым явлениям общества. Статистика, как известно, раньше применялась в области социальных явлений, чем в теории газов, хотя там условия применения гораздо сложнее и сомнительнее. Мы знаем из опыта и то, что, хотя и отклонения от определенного среднего случая имеются, все же большие отклонения более редки, чем маленькие отклонения, и отклонения бывают в сторону плюса и минуса, т.-е. они уровновешивают друг друга. Поэтому мы совершенно спокойно можем применять теорию вероятности, но, конечно, теоретик вероятности великолепно знает, что он может говорить только о среднем течении процесса, а вовсе не в состоянии характеризовать поведение каждого отдельного индивидуума совокупности. Но разве из этого следует, что совокупность включает в себя элемент, проходящий случайно свою траекторию или случайно обладающий определенной кинетической энергией? Ничего подобного! Мало того! Мы не в состоянии исчислять траекторию каждой молекулы,—это верно. Но нам и не нужно этого. Предположим, что мы могли бы исчислять ее. И то было бы совершенно незачем этим заниматься, потому что для практики такое занятие не имеет ровно никакого значения. Нам совершенно достаточно, если мы определим поведение огромного большинства индивидуумов в среднем и пренебрегаем незначительными отклонениями от него. Последние быстро исчезают, опять появляются и опять исчезают. Так что в результате отклонения от среднего в статистической механике обычно мало интересны. Но, конечно, из этого не следует, что отдельные молекулы случайно отклоняются от среднего. Они отклоняются по динамическим причинам. Нам, однако, не стоит заниматься их исчислением или наблюдением во всех тех случаях, когда отклонения не изменяют, или незначительно изменяют конечный результат. Изучение отклонений имеет значение, например, при явлениях флуктуации и образования видов. В самом деле! Бывают и такие процессы, когда как раз отклонения служат объяснением какого-нибудь явления. Это относится к теории Дарвина или к явлениям флуктуации. Исходя из факта неравномерности плотности жидкостей в чрезвычайно малых объемах, Смолуховский мог

объяснить явление опалесценции, имеющееся всякий раз, когда жидкость близка к критическому состоянию.

Таким образом, естествознание нигде не признает случайности в смысле события без достаточной причины. Отклонение от среднего состояния подчиняется причинности, законам динамики таким же образом, как и те события, которые совпадают или очень близки к среднему распределению. С другой стороны, отклонения служат объяснением ряда загадочных процессов, примером которых является упомянутое явление опалесценции.

Я думаю, что это есть точка зрения всех естественников, которые в самом деле занимаются экспериментальными исследованиями; это есть точка зрения самого Энгельса и не только по части естествознания, но и по части общественных явлений. В области общественных явлений тоже нет случайностей. Случайно было ли, например, что в Германии в 1918 году пролетарская революция не удалась? Можно ли сказать, что неудача была случайна, потому что там были такие-то и такие-то лица, которые революцию предали (Эберт и т. д.)? Ясно, что если революция не удалась, то должны были быть основные общественные причины, а не случайная роль того или иного лица. И здесь говорить о случайности, по-моему, не приходится. Дело обстоит так, что нашему разуму полностью охватить такое необозримое, сложное явление, как, например, общественный процесс, невозможно. Мы занимаемся здесь только массовыми явлениями, а то, что случается какое-нибудь отклонение от этого массового, мы не можем и не стоит учитывать, не потому, что его нет, и не потому, что оно случайно, а просто потому, что оно в большинстве случаев мало изменяет общий ход процесса. Возьмем любой учебник или любую монографию о теории вероятности, начиная с Бернулли и Лапласа, которые обосновали эту теорию, или возьмем современную какую-нибудь хорошую книгу (напр., Борель). Мы увидим, что они все отрицают объективность случайности, несмотря на то, что они—в вопросах философии—идеалисты. Все они не сомневаются в том, что нет случайного явления, и рассматривают теорию вероятности, как аппарат для исчисления и изучения массовых процессов, но ничуть не колеблются в том, что эти

отклонения не случайны, хотя мы и не в состояиии их отдельно исчислять. Конечно, для теории вероятности одного нашего неведения недостаточно. Для действительного исчисления вероятности нам нужно кое-что знать. Если мы абсолютно ничего не знаем о явлениях, тогда, конечно, определять их вероятность нельзя. Мы кое-что должны знать; но мы знаем гораздо меньше, чем нужно было бы для того, чтобы заранее исчислять поведение каждого отдельного индивида совокупности. Для таких случаев теория вероятности представляет собой незаменимый научный аппарат. Таким образом, противоположность случайности и необходимости представляет собой противоположность статистической (вероятной) и динамической (и вообще строго причинной) закономерности. В первом случае не все причины известны, во втором все должны быть известными. Таким образом, объективной является не случайность, а вероятность, т.-е. мера и пропорция чисел появления и не-появления данного явления. А это так, потому что дробь вероятности является результатом учета тех причин, которые при их незначительном изменении на все стороны вызывают значительные, т.-е. большие изменения в следствиях.

Отношение необходимости и случайности представляет собой хороший пример диалектики. Диалектичность их отношения состоит в том, что «случайные» явления, т.-е. отклонения от нормы, от среднего типа, вызываемые малыми, непостоянными причинами, или малыми изменениями постоянных причин, при определенных условиях вызывают большие следствия. Примеры: флуктуация и возникновение видов. Вслед за Гегелем Энгельс характеризует это отношение так, что необходимость основывается на случайности, но случайность есть только кажущаяся.

Анализ значения второго начала термодинамики и исследований Смолуховского по явлениям флуктуации привел к результату, тождественному данному Энгельсом на примере Дарвиновой теории видовых изменений. Случайность по этому взгляду означает, что мы одними только динамическими законами не в состоянии охватывать действительность. Динамический закон можно применять с успехом только в том случае, когда все начальные условия нам известны. Но это бывает лишь в редких случаях действительного исследования природы.

Когда речь идет о массовых явлениях (теория газов, теплоты, социальная статистика и т. д.), мы не можем изучать поведение каждого отдельного индивида, а исследуем только то, что происходит в массовом масштабе. Чем однороднее индивиды данной совокупности, тем больше мы можем пренебрегать отклонениями от среднего поведения, так как больших отклонений меньше, чем незначительных, и потому, что они совершаются в обеих сторонах массовидного процесса и таким образом уничтожают друг друга, чтобы опять появлялись и опять уничтожались. Почему это так, почему имеются колебания вокруг равномерного распределения как в положительную, так и отрицательную сторону, это вопрос большой важности. Но очевидно, что динамическая и статистическая закономерности не представляют собой дуализм закономерностей. Последняя область физики является упрощенным случаем динамической закономерности, тот случай, когда мы исследуем движения (скорости, плотность и т. д.), мало отличающиеся друг от друга и незначительно колеблющиеся вокруг определенного среднего состояния.

Статистическая закономерность есть закономерность «случайных» явлений, но они случайны лишь в том смысле, что мы можем исследовать только то, что происходит в массовом масштабе с индивидами, а не то, что происходит с ними, взятыми отдельно. Чем элементы однороднее, тем меньше основания предполагать, что распределение состояния (скорость, энергия, плотность и т. д.) не будет равномерно. Отклонения от равномерности постоянно имеются, но они по мере однородности индивидов (атомов молекул) стремятся к уменьшению.

В области социальных явлений статистическая закономерность в основном сохраняет свое значение, только возможность применения ее становится труднее именно вследствие неоднородности индивидов. Ясно, что по мере уточнения расслоения социальных групп и результат исследования будет точнее. Именно об этом высказывается Маркс в известном письме к Кугельману. Это письмо было приведено тов. Дебориным в его статье «Наши разногласия» («Летописи Марксизма». Кн. II) в целях доказательства, что случайность объективно существует в мире. Я думаю, что ничего не было дальше от

Маркса, чем такой взгляд. Смысл его письма заключается в другом: индивидуальные отклонения от массового процесса уравновешивают друг друга,—в этом смысл его письма. Противоположность случайного и необходимого снимается тем, что случайность с точки зрения одного типа закономерностей оказывается необходимой, если мы рассматриваем это «случайное» явление с точки зрения целого, т.-е. с точки зрения всей природы или всей природы и общества.

в) Отрицание отрицания

Я изложил закон взаимопроникновения противоположностей по вопросу об отношении причинности и случайности. Его я выбрал по актуальности этой проблемы, а также потому, что и Энгельс уделял большое внимание этому вопросу. Теперь я перехожу к третьему закону диалектики: отрицанию отрицания. Я начинаю с того, что следует различать между отрицанием и противоречием. Формальная логика формулирует принцип противоречия. Два противоречивых положения одновременно не могут быть правильны. «А есть b» и «неверно, что А есть b» одновременно не могут быть верны. Принцип же исключенного третьего говорит, что они не могут быть оба неистинны. Из этого следует, что из двух противоречивых предложений одно правильно, а другое неправильно, т.-е. такое, которому ничего не соответствует в действительности. Оно уничтожается противоречием. Так учит формальная логика. Но Энгельс и вообще материалистическая диалектика, как и диалектика Гегеля, отбрасывает это неправильное понимание противоречия. Для того, чтобы понимать диалектику, нужно обращать внимание на правильное понимание противоречия. Недоразумение, возникающее по обыкновенному истолкованию (именно — формально-логическому истолкованию) этих законов, происходит от того, что законы противоречия и исключенного третьего понимали как законы мышления и только, а вовсе не как законы, которые имеют значение для самого мира, хотя и в ограниченном размере. Ясно, что реальные противоречия, реальные противоположности вовсе не всегда уничтожают друга друга, точно выражаясь, вообще не уничтожают друг друга. Если имеются две по величине равные, а по направлению противоположные силы,

то говорится, что тело, которое стоит под их влиянием, находится в покое. Как-будто одна сила уничтожила другую силу. Это, конечно, в точности неверно потому, что если они уничтожены, то их уже нет. Но дело обстоит так, что поскольку одна сила прекращает свое действие, то другая, оставшись одна, продолжает действовать. Так что тут говорить об уничтожении вообще не приходится. Реальное противоречие есть, говоря точнее,—противодействие. Каждое действие есть в то же самое время и противодействие потому, что вообще нет действия без противодействия, и обратно. И результат такого противодействия вовсе не бывает нулем. Бывает, конечно, и такой результат, что тело покоится, но это тоже не будет нуль, потому что и покой не есть отсутствие движения, а именно есть результат определенного временного равновесия, и то только по отношению к системе рассмотренных сил, но по отношению к другим силам тело может не покоиться. Этот стакан покоится потому, что имеет подпору, которая не дает ему падать, но в то же самое время он движется вместе с землей. Так что вообще можно сказать, что противодействующие силы не уничтожают друг друга в метафизическом смысле этого слова, а только тормозят действие друг друга. Когда же одна из сил отпадает (т.-е. ее действие парализуется третьей силой), тогда другая сразу же являет свое действие. И здесь возникает вопрос: каким образом можно совместить и примирить то противоречие, которое существует между принципами противоречия и исключенного третьего—с одной стороны и положением Гегеля и вместе с тем и диалектического материализма—с другой? На этот вопрос, собственно говоря, уже Гегель ответил, когда он различал два способа противоречия. Он различил противоречие в субъекте и противоречие в предикате,—contradictio in subjecto и in adjecto, и сказал, что только последнее дает нуль, а противодействие в субъекте не дает нуля. Существование противоречивых вещей бесспорно. Если высказываются противоречивые свойства вещей, то это вовсе не будет противоречие in adjecto. Когда вещь сама является противоречивой, тогда высказывание этой противоречивости вовсе не должно быть противоречием, разрушающим предмет. Если бы мы не высказывали такого рода противоречия, это было бы неправильное

отражение действительности. Такое противоречивое явление есть; напр., самое движение, ибо движущееся тело находится и не находится на одном и том же месте в данный момент времени. Поэтому высказывать это свойство движения—вовсе не есть противоречие, сводящее движение к нулю, а такое противоречие, которое безусловно, неизбежно выражает сущность движения как реального явления. В мире вообще не существуют такие явления, которые бы не были результатом каких-нибудь противодействующих сил. Если бы законы противоречия и исключенного третьего имели универсальное значение (т.-е. и для движения), тогда из этого следовало бы, что вообще нет движения.

Тут надо выбирать: или говорить так, как говорил древний философ Парменид, согласно которому движение есть противоречие недопустимое. Но так как, что̀ противоречиво, того нет, то и движение не может быть. Это одно решение. Другое решение говорит: точка зрения Парменида заключается в том, что поскольку наши теории не покрывают действительности, несовместимы с ней, то тем хуже для действительности. Но надо мыслить как раз обратно. Поскольку имеется противоречивое, но реальное явление, надо признать это явление и изучать его свойства. Тогда со старыми принципами, как они формулировались логиками, нечего делать. Их надо преобразовать.

Неясность основных принципов логики, принципов противоречия и исключенного третьего является отчасти результатом того, что самое понятие отрицания недостаточно ясно было выработано основоположниками логики. Правда, Аристотель говорит о двух формах отрицаний. «Эта бумага белая, и неверно—что эта бумага белая»,—это есть контрадикция. Но если мы говорим, что «эта бумага не белая», а подразумеваем, что она какого-нибудь другого цвета, скажем—черная, тогда высказывается contrarietas. Цвет есть род, который распадается на разные виды (цвета). Хотя цвета постоянно переходят друг в друга, но они различаются. Один и другой концы спектра являются противоположными в смысле contrarietas, но не в смысле contradictio потому, что последняя означает определенное свойство—с одной стороны и все другие возможные свойства—

с другой. Если я скажу слово «не белая»,—это двусмысленно,—может означать все, что угодно, кроме белого и может приниматься в смысле, означающем: не белый, а какой-нибудь другой цвет.

Основное различие между диалектическим и формально-логическим взглядом заключается в том, что формальная логика, не являющаяся неверной, а только ограниченной, недостаточной, рассматривает вещи как готовые результаты, а не в их возникновении, развитии и уничтожении. Диалектическая логика же рассматривает любую вещь именно в своем развитии через противоречия в направлении низшего к высшему, или наоборот, а не как готовый результат. Формальная логика говорит только о той форме противоречия, которая рассматривает вещь как готовую, и не рассматривает, как она возникла и как изменяется путем скачков. Поэтому в своих доказательствах она опирается на контрадикцию, а не на контрарьетас. Однако, естествознание объясняет явления диалектически. Оптика, напр., объясняет отдельные цвета таким образом, что колебательное движение эфира возрастает, и таким образом цвет переходит с красного конца спектра в фиолетовый конец путем постепенного возрастания частоты колебания. Это хороший пример диалектического процесса, о котором формальная логика не знает потому, что она понимает противоречие только по одной форме контрадикции, а не по контрарьетас.

Как связываются диалектические законы? Одно из самых важных различий между формальными и диалектическими законами заключается именно в том, что формально-логические и математические принципы, как говорят, независимы друг от друга. Законы коммутации, ассоциации, дистрибуции и принцип предела — это принципы, которые могут существовать друг без друга. Так что, если отбросишь какой-нибудь один из них, из этого вовсе не следует, что тогда и другие потеряют свое значение. В этом и заключается одна из причин их формальности. Совершенно обратно обстоит дело с законами диалектики. Законы диалектики не координированы, а субординированы, как Энгельс писал в приведенном нами месте. Из этого следует, что и законы формальной логики связаны между собой, хотя самая формальная логика об их связи не знает. Они—предельные случаи диалектических законов. Доказательство этого положения, однако,

выходит за рамки нашей статьи, занимающейся идеями, разработанными самим Энгельсом.

В связи с этим стоит другой важный вопрос диалектики: служат ли общие законы диалектики доводом или только общим руководством в доказательстве и в исследовании? Как известно, принципы математики именно являются теми основными предложениями, из которых выводятся другие предложения. Являются ли диалектические законы таковыми, из которых выводятся другие законы? Можно ли, например, из этих трех указанных законов вывести какой-нибудь частный закон, который характеризует, скажем, явления общества, например, закон прибавочной стоимости и т. д.? Надо только поставить этот вопрос, чтобы сразу увидеть, что, конечно, это невозможно.

Плеханов определял значение основных законов диалектики. Они служат не доводом для доказательства, а только руководством в исследовании, т.-е. дают те указания, по которым мы должны исследовать явления. И Энгельс неоднократно подчеркивал, что законы диалектики нам следует не навязывать природе, а отыскивать их, найти их в ней.

Вот какое на первый взгляд большое различие в этом отношении между математическим способом исследования – с одной стороны и общедиалектическим—с другой. Тогда возникает вопрос: как можно говорить о диалектике в области математики? Вот в том-то и дело, что эти диалектические законы являются руководством и в математике: конечно, не доводом в доказательстве, а руководством. Мы знаем, что такое сложение, умножение, деление и т. д. А как они связываются, и что вобще представляют собою противоположные процессы,—это уже есть диалектическая задача, и математиками до сих пор так и не ставился вопрос. Этот вопрос вообще возник только тогда, когда диалектики начали думать о том, какова структура математики. Но в виду того, что эта структура именно диалектична в самой себе, а не мы навязываем ей диалектические противоположности, поэтому и в математике имеется переход из одной операции в другую, представляющий собой отражение материальных переходных процессов в самой природе. Вовсе не верно, как это полагали математики-идеалисты, что математика—это априорные, вечные идеи, которые врождены нам,

всегда нам были известны, и надо только один раз сказать любому человеку, чтобы он сразу уже увидел, что это так. Истины математики—такие же эмпирические истины, как и всякие другие. Сравнительно еще не так давно было открыто одно из основных понятий в области математики—понятие предела. Что это означает, что понятие открывается? Это значит, что оно не выдумывается. Но математики думают, что они создают какие-то постулаты, постулируя то, что им хочется. Но ясно, что дело не так шло, а потребовалось целых два тысячелетия развития математики до того момента, когда Декарт, Ферма, Лейбниц, Ньютон и Коши окончательно оформили идею предела. Можно сказать, что только в начале XIX столетия Коши определил ее в таком виде, как она сегодня имеется.

Ясно, что эта идея вовсе не является вечной, какой-нибудь априорной истиной, а именно эмпирической; формулировалась же она все точнее и точнее, но и эти формулировки имеют свою историю. Сейчас в математике имеется большой кризис как раз насчет самых основных понятий, и имеется, может быть, более глубокий кризис, чем когда-либо, в истории математики. И математика не является исключением из общего правила развития наук, развитие ее идет всегда в связи с развитием всего общественного базиса и в связи, главным образом, с развитием самой человеческой практики и промышленности. Даже понятие предела происходило в конечном счете из промышленной практики. В том, что математические принципы координированы, независимы друг от друга, а диалектические зависимы друг от друга—субординированы, вовсе нет противоречия. Это есть противоречие, если хотите, но диалектическое противоречие, которое снимается. Как Энгельс думал об этом вопросе? Энгельс полагал, что законы действительности, каковыми являются диалектические законы, тесно связываются друг с другом. Он подчеркивает не один раз, что, напр., явления жизни суть химико-физические. Из этого не следует, что законы биологии являются математическим выводом химических законов. Они являются биологическими законами и характеризуют только явления биологические. В этом заключается их специфичность. Из этого не следует, что тот сложный процесс, который именно характеризует биологические законы, состоит из других компонентов,

кроме физико-химических. Законы биологии представляют собой синтез физико-химических законов. Синтез этот специфичен, т.-е. характеризует только жизнь, но он — синтез физико-химический.

Многие думают, что такой взгляд—механический материализм. Это было бы, если бы не было доказано, что те же элементы входят в разные синтезы. Среди последних имеются такие, которые создают мертвые тела, а другие, синтезируясь определенным образом, создают живые тела. Это объяснение удовлетворяет требованию специфичности без того, чтобы прибегать к каким-нибудь не физико-химическим, по существу говоря, сверхъестественным процессам. На 9-й странице книги Энгельса мы читаем следующее: «Она (химия) составляет тела, которые встречаются только в органической природе. Здесь химия приводит к органической жизни, и она подвинулась достаточно далеко вперед, чтобы убедить нас, что она одна объяснит нам диалектический переход к организму». Применяя этот же метод к вопросу о связи законов диалектики, должно сказать, что они 1) не выводятся друг из друга, 2) тем не менее предполагают друг друга, поскольку речь идет о конкретных процессах природы или общества. В этом аспекте исчезает и независимость всяких аксиом, ибо они независимы только друг от друга, но не от самой природы, свойства которой они высказывают.

Необходимо коснуться еще двух вопросов. Во-первых, вопроса о мере, ибо эта категория дает объяснение возможности перехода, что и является основным в диалектическом процессе.

Стоимость является мерой, дающей возможность объяснить социально-экономические явления. Она есть качественный момент, а не мера произвольная, как в математике. Но масштаб и мера — не одно и то же. Мера реально существует, как качественно-количественная определенность действительного процесса. Такой меры, которая была бы только качественной или только количественной, вообще не существует. Если я говорю, что эквивалент механической энергии по отношению к одной калории 427 кг.-метр., то, как видно, эта мера заключает в себе и количественную определенность. Эквивалент этот дает точную меру перехода одной формы энергии в другую и

является также и количественным определением. Но основным ядром в этом определении является именно переход от одного качества к другому, от механического движения к теплоте и обратно.

Нам нужно еще говорить о двух формах доказательства. Формально будет построение доказательства тогда, когда, исходя из какого-нибудь общего, мы путем силлогистического среднего термина переходим к какому-нибудь менее общему или частному, при чем средний термин из заключения выпадает. Так получается так наз. подчинение, субсумция. Это есть наиболее яркая форма формального построения. Диалектический синтез не таков. Для диалектического синтеза нужно, чтобы составные элементы и моменты, которые создают целое, сохранились в результате, или чтобы результат получился более богатый, чем был исходный пункт. Совершенно ясно, что когда мы из составных элементов создаем какое-нибудь целое, тогда это целое будет более богато по содержанию. А путем силлогистических операций получается как раз обратное: получается, я бы сказал, менее богатое, получается переход из общего к частному без того, чтобы получался обратный переход. А в диалектическом синтезе это затруднение снимается, потому что мы исходим из простых элементов, создаем целое, более богатое из элементов, которое в то же самое время является более, а не менее общим.

Предположим, у нас уже имеется какой-нибудь биологический закон. Закон этот опирается на законы физики и химии; без них никакой биологический закон не мыслим. Но из этих закономерностей создается специальный синтез, который характеризует именно только явления жизни. Ясно, что этот закон будет по содержанию более богатый—с одной стороны, будет и более общим по числу обнимаемых им свойств природы—с другой, хотя характеризует только явления жизни. Ибо эти явления включают себя и закономерности мертвой природы—в высшем, сложном синтезе. Поэтому, как говорит Энгельс, объем закона здесь ограничивается, но с другой стороны—закон поднимается на высшую ступень.

Как это надо понимать? Это надо понимать так, что закон более богатый, но все же физико-химический, уже заключает

в себе менее содержательные законы физики и химии. Последние характеризуют явления не живой, а мертвой природы. Законы мертвой природы заключаются и в законах жизни, но не обратно; законы же жизни не исчерпываются законами мертвой природы.

3. Спорные вопросы

На этом мы сей раз и заканчиваем изложение учения Энгельса об общих законах диалектики как науки. Сейчас перейдем к рассмотрению некоторых пунктов разногласия, возникшего за последние годы в марксистской литературе. Т. Деборин и его единомышленники, как известно, своим идейным противникам подарили кличку «механические материалисты», а себе, с трогательным великодушием,—кличку «диалектики», Последнее время, как читатели убедятся из нашей статьи, равно и по целому ряду других статей нашего сборника, т. Деборин и его ученики проделали значительный путь эволюции к мало прикрытому идеализму[1] (главным образом Н. Карев, Н. Милонов и Дмитриев. О них см. отдельные статьи этого же Сборника). Материя у Скурера все больше превращается в понятие; Каревым отрицается множественность материальных элементов мира, т.-е. атомистическая структура материи; Милонов отбрасывает протяженность как основное свойство материи и т. д. Они прикрывают свою эволюцию именем материалистической диалектики и стараются подкреплять свою философскую позицию ссылками на Гегеля. Однако, надо сказать, что они утеряли на пути этой эволюции не только весьма и весьма много из того, что до сих пор считалось марксистами установленным содержанием материализма, но и т. Деборин и его ученики все больше эволюционируют от Гегеля к Дунсу Скоту, схоластику-реалисту, жившему в XIII веке.

После статьи Скурера, вышедшей в «Вестнике Коммунистической Академии» № 20: «Спиноза и диалектический материализм», без единого слова примечания или отмежевания от нее со стороны т. Деборина как редактора, уже нет сомнения, куда они идут. Ведь Скурер в своей статье открыто

---

[1] См. Заседание Общества воинствующих материалистов. «Под Знам. Марксизма», № 4. 1927.

признает, что решение вопроса о понятии (важнейший вопрос в диалектике) схоластическим реализмом и марксизмом может совпадать (словечко Скурера «формально» означает только напрасную попытку смягчить это печальное признание). Поэтому эволюция деборинизма (сейчас уже можно так называть это направление) шла от материализма Маркса к идеализму Гегеля, но она шла дальше от идеалистической диалектики Гегеля к схоластике Дунса Скота, Альберта Магнуса и Фомы Аквината, каковое направление, как известно, никогда не считалось марксистами ни формально, ни не формально совпадающим с марксизмом ни вообще, ни в частности в таком важнейшем вопросе, как учение о понятии. Однако, как раз учение средневековых реалистов признает Скурер совершенно открыто. Т. Деборин и его соратники, очевидно, убеждены, что выбор может быть только между реализмом и номинализмом. Они не догадываются, что марксизм не стоит ни на стороне реализма, ни на стороне номинализма, а имеет свою собственную теорию понятия. Было бы весьма странно, если бы марксизм, этот наиболее зрелый вид материализма в XX столетии, вынужден был бы вернуться к средневековому схоластическому идеализму, чтобы найти свое учение о понятии! Марксизм, как современный материализм, опирается в своем философском учении на результаты естествознания, на трехтысячелетнюю историю философии и естествознания, как Энгельс указывает в «Анти-Дюринге», и не имеет ровно никакого повода заимствовать теории у средневековых схоластиков, будь они реалисты, концептуалисты или номиналисты. Нельзя и выдумать более чудовищное извращение марксизма, этого наиболее революционного материалистического мировоззрения, чем его «подновление» с помощью наиболее реакционной идеалистической философии, схоластического реализма. Такая попытка заслуживает тем больше осуждения, что Маркс недвусмысленно определяет свое отношение к этому реакционному учению в «Святом семействе», и можно было бы полагать, что не найдутся люди, которые как раз во имя марксизма попытаются возобновить этот средневековый хлам. Т. Деборин спрашивает («Летописи Марксизма», № 2): а общественный класс—это не реальность? Я отвечаю: общественный класс является реальным, но не в смысле универсалий реалистов. Классы—это, по Ленину, «такие

группы людей, из которых одна может себе присвоивать труд другой благодаря различию их места в определенном укладе общественного хозяйства» (т. XVI, стр. 249). Между тем, по т. Деборину, «класс не отвлеченное понятие, а живое коллективное существо» («Под Зн. Маркс.», № 1—2, 1926, стр. 63). Класс, действительно, не есть отвлеченное понятие. Но он не есть и живое коллективное существо, ибо живое коллективное существо—это организм, т.-е. биологическая, а не общественная категория. Говорят, что общество—это организм: но, кроме сторонников органической школы в социологии, каждый употребляет это выражение лишь как метафору, а не как определение общественного класса, и не старается, по примеру т. Деборина, дать философское «обоснование» правильности этого определения. По т. Деборину выходит, будто, кроме абстрактных понятий (в нашей голове) и организмов, в мире ничего нет. Но общество есть специфичное явление, вовсе не сводимое к биологии! Очевидно, что «место больших групп людей в определенном укладе общественного хозяйства»—это реальная связь, борьба этих групп. Почему ревизовать ясное и материалистическое, правильное определение Ленина, подменять его схоластической пустотой? Тайна этой ревизии заключается в том, что деборинцы не признают реальных отношений. Они думают, что отношение—это только абстракция, которой в мире самом ничего не соответствует. Но, конечно, без категории отношения, как реальной закономерности, существующей вне нашего сознания, т.-е. отношения как закономерности самой природы или общества, а не как нечто от природы оторванное,—вообще нет науки, претендующей на правильное отражение материального мира, т.-е. движущейся по своим сложным законам взаимодействия материи. Номиналисты отрицали реальность отношений мира и допустили только понятия о них в нашем сознании. Эта теория очевидно не выдерживает критики. Но не менее ошибочным является и учение схоластиков-реалистов, согласно которому род и вид являются творческими силами, действующими агентами, каковыми признает их и школа Деборина. Такая точка зрения есть не что иное, как вознесение на пьедестал виталистического учения, в его наиболее худшей форме, ибо такая точка зрения является обобщением, универсализацией витализма для всей вселенной,

между тем как витализм сам по себе скромнее: он ограничивается только областью биологии. И такой панвитализм выдается новейшими его сторонниками за марксизм!

Надо сказать, что фальсификацию марксизма, равную этой, трудно найти. По сравнению с нею даже Бернштейн относится с бо́льшим уважением к марксизму, хотя мы до сих пор считали, что идти дальше Бернштейна уже некуда. Скуреры побили рекорд Бернштейна. Ведь, он был только кантианцем, а Скурер — открытый сторонник Дунса Скота и других схоластиков - реалистов. Эта эволюция тем удивительней, ибо известно отношение Маркса к вопросу о «тайне спекулятивной конструкции», о «плоде вообще» из «Святого семейства», где он так беспощадно высмеивает эту схоластику, указывая, что реалисты-схоластики установили, не в пример теологам, удовлетворяющимся одним богом, бесконечное число метафизических существ.

Линия эволюции деборинизма, таким образом, шла от материализма Маркса к идеализму Гегеля, а не только по части диалектического метода, нуждающегося, однако, в материалистической переработке, а дальше—от идеалистической диалектики Гегеля к не диалектическому идеализму Дунса Скота, ибо т. Деборин, как редактор «Вестника Комм. Академии», ответствен за статью, появившуюся в его органе без всякого примечания, без всякой оговорки.

Т. Деборин и его соратники стараются прикрывать этот путь изумительной эволюции криком о нашем «механическом материализме».

Это они нам бесплатно подарили эту кличку. Но, хотя и бесплатно дали, мы благодарим покорно за нее; мы отвергаем ее. Деборинцы отзываются чрезвычайно часто, при чем не очень уважительно, о механике. Это оттого, что они знают о ней только понаслышке. Эти товарищи препарируют для себя представление о механике, которому ничто в природе не соответствует; это есть беспредметное представление, потому что такой механики, о которой они говорят, нет. Они постоянно смешивают ту механику, которая известна с XVII-го столетия как механика Ньютона, против универсализации которой с полным основанием боролся Энгельс, и современную

электронную «механику». Против универсализации старой классической механики боролся Энгельс, но он же указал еще, что сейчас нарождается механика иного рода. Электронная механика — также механика, но она не ньютоновская механика, хотя она снимает эту механику, т.-е. механика Ньютона остается в силе и в области электронов. Значит ли это, что электронная теория и электродинамика сводятся к механике? Наоборот. Механика, — как Ленин сказал, — является частным случаем электродинамики. Первая занимается медленными, а вторая — быстрыми движениями.

Необходимо говорить еще о двух принципиальных вопросах, которые, по моему пониманию, также разделяют нас от школы Деборина. Это, во-первых, понимание жизни и, во-вторых, понимание случайности. По мнению т. Деборина, физико-химическое объяснение не может исчерпать жизненных явлений; что тут есть еще что-то новое, которое не сводится к синтезу физико-химических начал. Тов. Деборин в своей статье: «Энгельс и диалектическое понимание природы» («Под Знам. Марксизма», 1925 г. № 10—11, стр. 23) пишет: «Химии вполне достаточно для диалектического п е р е х о д а к организму, но не для и с ч е р п ы в а ю щ е г о объяснения жизни». Я спрашиваю, что еще нужно к такому объяснению? Тов. Деборин скажет, что у ч е т и с т о р и ч е с к о г о р а з в и т и я. Однако и это развитие есть в конечном счете физико-химическое ибо возникновение химических соединений есть исторический процесс. Соединения вечно возникают, уничтожаются и опять возникают именно по законам физики и химии.

Жизнь, — говорит т. Деборин, — не есть сочетание физико-химических начал, какое-нибудь арифметическое сложение их. Он думает, что этим аргументом он может опровергнуть нашу точку зрения. Я думаю, что это ни в коем случае не удастся ему, и вот почему. Мы не стоим на той точке зрения, что жизнь является арифметическим сочетанием физико-химических начал.

Законы физико-химии в области жизни, с одной стороны, ограничивают свое действие; с другой стороны, поднимаются на более высокую ступень. Можно сказать это еще более простым языком. Определенный вид синтеза физико-химических процессов—

это жизнь как специфицированное явление. Законы биологии — действительно специфицированные законы, которые не имеются в скрытом или явном виде в известных физико-химических законах мертвой природы, а, напротив, последние находятся как компоненты в законах биологии.

Но что это означает? Это означает физико-химические закономерности, из которых создаются закономерности жизни. Нет ни одной основной закономерности, которая не была бы физико-химической. Их особый синтез составляет именно жизнь. Жизнь есть один из видов синтеза материи по физико-химическим закономерностям. Один из видов, правда, очень сложный вид, синтеза. Таким образом, жизнь есть нечто специальное, но не первоначальное, а производное качество, такое качество, которое синтезируется из более простых качеств, именно из физико-химических. При таком решении вопроса и специфичность явлений жизни, специфичность биологических законов остается, и в то же время сохраняется единство неживого и живого, т.-е. то, что весь этот процесс является физико-химическим по своему существу. В процессы жизни ничего не физико-химического не входит, потому что, если бы входило, то это именно означало бы, что существует еще, кроме физико-химических форм энергии, еще некая третья форма энергии, т.-е. то, что виталисты называют психоидом, энтелехией и т. д. В том и заключается витализм, что он принимает какое-нибудь начало не физико-химическое, все равно, как это ни назвать, если только специфичность жизни принимается не только как новое качество, но и как начальное качество. В этом заключается витализм. И вот это-то тов. Деборин и его сторонники и упускают из виду. Вот в чем основа нашего спора. Дело не в том, что мы отрицаем специфичность жизни, а они признают, и в том, что мы отрицаем, что жизнь есть первоначальное качество, а они утверждают это, ибо несводимость законов жизни к физико-химическим началам означает именно витализм.

Деборин и его сторонники исходят из того основного взгляда, что материя первоначально обладает двумя основными атрибутами—протяжением и мышлением, хотя мышление первоначально находится в очень зачаточной, зародышевой форме в материи. «Мы утверждаем,—говорит Деборин,—вместе с Энгельсом

и Плехановым, лишь одно, а именно, что субстанция Спинозы есть природа, что в переводе на современный язык означает материю, и что протяжение и мышление суть два атрибута одной и той же субстанции,[1] т.-е. той же материи». Пусть тов. т. Деборин скажет, где Энгельс утверждает, что мышление есть атрибут (в спинозовском смысле, т.-е. вечное первоначальное, никогда не возникшее свойство) материи! У Плеханова есть такое место, но у него есть много других мест, где он это отрицает. См. его предисловие к «Л. Фейербаху», стр. 10, примечания, стр. 91. Очевидно, что Плеханов атрибут понял не в спинозовском смысле, а в смысле способности к ощущению, способности развиваться до мышления. С точки зрения же тов. Деборина, материя с самого начала обладает свойством мышления. Так что всякая материя так или иначе, хотя бы и в очень зачаточной форме, но является организмом. Но это есть уже монадология Лейбница. Постоянные заклинания этих товарищей, что так наз. «механисты» отбрасывают качественность материальных частиц, что для них все однородно,—не верны, потому что так наз. «механисты» вовсе не отрицают качественности материи: они не принимают только больше основных несводимых качеств, чем это безусловно нужно для объективного объяснения. Мы принимаем основные качества электрического заряда в двух формах—положительного и отрицательного электричества; принимаем различные возможные расположения электронов и других материальных частиц; принимаем и еще целый ряд свойств (движение и протяженность, как атрибуты материи), но, конечно, не принимаем столько свойств, сколько удается заметить невооруженным глазом человека. Мы *не* считаем, что всякие свойства, которые нам кажутся субъективно несводимыми, суть и объективно таковы. Наши же противники—деборинцы напирают с особенным натиском на то, что существует чуть ли не бесконечное количество разных несводимых качеств. Но это ведет к монадологии Лейбница,—иначе это нельзя назвать,—и безусловно не укладывается в материалистическое течение.

Поскольку этот наш спор не является простым недоразумением,—что было бы странно, потому что мы уже спорим по

[1] «Под Зн. Маркс.», 1927, г. № 9, стр. 38—39.

этим вопросам по крайней мере два-три года,—то я думаю, что он заключается именно в этих пунктах и по существу сводится к тому, что т. Деборин и его соратники понимают жизнь как какое-нибудь начальное качество; мы же понимаем ее как производное качество, синтезируемое из физико-химических первоначальных качеств, но, как таковое, сложное качество, синтезированное из большого числа элементарных качеств,— жизнь специфична, т.-е. она не является свойством, присущим неорганизованной материи.

Я сейчас перейду к последнему вопросу—к вопросу о случайности. Некоторые из противников уже сдали свою старую позицию об объективности случайности и утверждают лишь, что в сущности имеются разные ряды причин; что с точки зрения одного из этих рядов, как бы замкнутой системы, закономерности другой системы являются случайностью. Скажем, с точки зрения эпохи империалистических войн, империализма и пролетарской революции, то обстоятельство, что Ленин умер как раз в 1924 году—и не раньше и не позже, является случайностью, хотя объективно, с точки зрения биологии, это, конечно, не является, случайностью. Это уже очень значительно отличается от их первоначальной теории. Если кто-нибудь так понимает случайность, что она просто есть не тот ряд причинностей, о котором идет исследование, а какой-нибудь другой причинный ряд, это будет просто словесный спор. Не об этом мы до сих пор спорили. Тут вопрос как-то совершенно повернулся. Тут вот о чем идет речь. Речь идет о том, что без теории вероятности, в целом ряде областей мы никак не можем обойтись, потому что явления неисчерпаемы. Берем физику. Коль скоро речь идет о какой-нибудь системе, состоящей из огромного количества отдельных атомов и молекул, применить законы динамики к каждому индивиду в отдельности мы не в состоянии. Мы в состоянии это сделать тогда, когда речь идет о материальной точке, или о каком-либо большом теле, которое обладает движением определенного направления или определенной скоростью; но когда речь идет о системе огромного числа атомов, тогда мы не в состоянии применить динамические закономерности к ним в отдельности. Не можем не только вследствие их огромного числа, но и вследствие того, что мы не знаем начальных

положений, скоростей и направлений движения этих частей. Поэтому мы должны прибегнуть к теории вероятности. Почему? Потому что мы именно не можем учитывать все происходящие отдельные события, которые в такой системе происходят, а рассматриваем то, что там в среднем происходит. Что же это означает? Это означает, что будут отклонения от этого среднего в разные стороны. Будут ли эти отклонения случайными? Ничего подобного. Они будут подчинены законам динамики. Но мы не можем следить за ними, за каждым отдельным индивидом, за каждым отдельным атомом или молекулой потому, что мы не знаем ни начальной скорости каждого элемента, ни его начального положения. Это не значит, что они случайно двигаются. Если имеется определенная система молекул или атомов в сосуде, то имеется и определенное давление на стенку сосуда. Но нам не важно, какие именно частицы ударяются; важно, что приблизительно одинаковое число молекул ударяется; нам важно определить влияние их совокупного движения, обнаруживающегося в давлении. Случайно ударились те частицы, которые ударились? Конечно, не случайно. Но нас интересует не поведение отдельных молекул, а массовое явление, подчиненное известному закону. Новая позиция деборинцев состоит в том, что определенный ряд причинности ими называется случайностью с точки зрения другого ряда и его закономерности. Это—не диалектический подход! Эти ряды—условны. Они не независимы друг от друга. И поэтому каждое событие из одной системы определяется не только законом этой системы, но и по существу, теоретически, законами всех реальных, т.-е. материальных систем вселенной, хотя мы практически, в лаборатории и не можем учитывать весь объем этого влияния. Я, например, рассматриваю социальные явления. Но в них имеются и явления другого порядка, например, биологического. Они, с точки зрения данной социальной системы, «случайны», по определению наших противников. Я не говорю, что случайность есть такое слово, которое нужно исключить из употребления. Но не надо упускать из виду, что это только неточное выражение, и не больше. Что означает, что событие *А* с точки зрения истории случайно, но с точки зрения биологии не случайно? На самом деле законы истории предполагают законы биологии, хотя не сводятся к ним.

Но всякое историческое событие определяется *и* биологическими законами, и оно вовсе не случайно и с этой точки зрения.

Тов. Деборин, повидимому, думает так, что существуют отдельные системы в мире: механические, физические, химические явления, точь-в-точь как в учебниках. Раз имеются механические, физические, химические и т. д. учебники, то и природа распадается на такие части. Каждая область имеет свои законы, и каждая область со своими законами является случайной по отношению к другим областям. Это есть все, что угодно, но не диалектика, потому что совершенно ясно, что отдельные области являются условными. В историческом развитии раньше развивалась механика, а потом физика, но это не значит, что имеется отдельно физика и отдельно механика. Что означает, что явления одной системы с точки зрения другой системы являются случайными? Нет таких обособленных систем! Все системы постоянно сливаются друг с другом, переходят друг в друга. Они являются определенными и несамостоятельными моментами одной и той же вселенной. В природе нет разрозненных, «случайных» по отношению друг к другу систем.

Между прочим, тов. Деборин защищал идею исторической случайности, сказав с марксистской точки зрения чудовищные вещи. Вот что он пишет: «Достаточно изменения внешних обстоятельств, чтобы данный ход вещей мог принять несколько иное направление. Например, если бы в ноябре 1918 г. Эберт не заключил союза с генералом Гренером на предмет подавления революции, то весьма вероятно, что события в Германии получили бы иное развитие (я тоже думаю! А. В.). Никто не станет утверждать, что заговор Эберта был абсолютно необходим (выходит, что случайным был. А. В.). Это вместе с тем отнюдь не значит, что поступок Эберта не был причинно обусловлен. Всякое случайное событие имеет, разумеется, свою причину». («Под Знам. М.», 1926 г., № 1—2, стр. 80). Немецкая революция 1918 г., таким образом, не удалась как-будто из-за того, что Эберт «случайно» заключил союз с Гренером, контр-революционным генералом (это «изменение внешних обстоятельств»), и из-за этого получилось, что немецкая революция не удалась. (это «несколько иное направление хода вещей», по т. Деборину! Хорошо это «несколько»!). Итак, немецкая революция не

удалась потому, что Эберт, как случайное явление, был психологически таким человеком, что недолюбливал революцию. Психологические законы, которые действовали в Эберте, с одной стороны, и немецкая революция со своими общественными закономерностями, с другой стороны, были по отношению друг к другу случайны. Эта точка зрения тов. Деборина, несомненно, в корне антимарксистская. Ясно, что Эберт, стоявший во главе республики в то время, в 1918 г., мог стать таковым только с согласием с.-д. партии, имевшей власть в то время в своих руках. Эберт не был снят ею с президентского поста, хотя он доказал, что он «по своему психологическому укладу» контр-революционер, идя «психологически» по другим закономерностям, чем интересы революции этого требовали. Тов. Деборин воображает себе, что с.-д. партия терпела его, этого случайного Эберта, имевшего случайно такой уклад ума. А что скажет т. Деборин к тому факту, что т. Эйхгорн, президент полиции Берлина, коммунист, т.-е. с другим укладом ума, был снят с.-д.-ами? Потому что опять «случайно» у него был другой уклад ума? Что, случайно его сняли? Немецкая соц.-дем. бюрократия ставила Эберта именно на пост президента, чтобы он боролся с революцией! И он боролся с успехом, но не случайно! Его контр-революция, т.-е. по существу контр-революция соц.-дем. партии, вовсе не была случайна, «изменение внешних обстоятельств»! Поэтому я утверждаю, что в теории случайности т. Деборина марксизм совершенно отсутствует. Если бы он был прав, то был бы конец историческому материализму. Никто не отрицает, что способности, моральная высота и т. д. отдельных людей детерминированы не только общественными, но и иными закономерностями. Однако, их общественное место не случайно, а детерминировано общественными отношениями. Если данная личность не представляет интереса определенного класса, тогда все равно, какие у нее способности и личные добродетели, она этому классу принесет только вред и раньше или позже будет удалена с своего места. Поэтому я считаю, что объяснить неудачу революции германского пролетариата 1918 г. из контр-революционного уклада ума Эберта с марксистской точки зрения никчемно.

На это можно было бы возразить: раз личности всегда играли большую роль в истории, то этот факт должен привносить в историю элемент случайности. Личность и ее безусловно огромная роль в истории не только не вносят элемента случайности (без кавычек) в исторические события, а еще больше подтверждают их детерминированность. Для марксиста не может подлежать сомнению, что психика, как умственное содержание людей, в том числе и великих, определяется условиями всего общества, в котором они живут вообще, и всеми условиями того класса, к которому они принадлежат—в частности. Что же касается способностей людей, то они отчасти представляют собой результат весьма сложных и пока малоизвестных биологических условий. Но и самый большой гений не может впитать в себя другое содержание, как то, которое он находит во всей культурной, т.-е. политической, экономической и научной и т. д. обстановке своего общества. Он может сам творчески влиять на эту совокупную обстановку, но он вряд ли может дать содержание, принципиально различное от того, которое в более или менее развитой форме имеется в данном обществе. Даже если бы это произошло в каком-нибудь редком случае, то оно ничего существенного не могло бы изменить в общем ходе событий. Такой гений-одиночка будет оставаться одиночкой, незаметным своим современникам, и, в лучшем случае, потомство может понимать и оценивать его. Влияние же такого гения на свою собственную эпоху будет или нуль, или весьма ничтожно. Но гений, стоящий на уровне своей эпохи и идущий со своим классом, имеет огромное значение, ускоряет темп всего хода истории и даже может сокращать период переустройства всего общества. Их роль огромна, без нее истории понять нельзя, но эта роль, а также и способность таких личностей—не случайны. Достаточно указать на роль Ленина, чтобы понять эту истину. Но вносит ли появление таких людей, как Ленин или Маркс, в историю элемент объективной случайности в ходе событий? Это означало бы, что какое-нибудь крупное историческое событие—случайное явление. Такому взгляду противоречит исторический опыт. Этот опыт говорит, что распределение способностей людей не

менее закономерно, как и другие массовые явления. От средней степени способностей, охватывающей огромное число индивидов, имеются всегда отклонения, как в сторону высшего, так и в сторону низшего. Закономерно не только появление среднего типа явлений, но и отклонение от него. В какой сфере общественной деятельности будет действовать данная личность со своими способностями,— это зависит не только от его личных качеств, но и от обстановки всего общественного бытия. Точно так же и осуществление этих способностей в форме определенного содержания — это опять зависит от условий жизни всего общества и того класса, к которому принадлежит данный деятель. Остается еще вопрос: почему роль личности *кажется* случайной? Это потому, что совокупность всех этих необозримого количества условий, определяющих жизненный путь отдельного индивида, не поддается даже сколько-нибудь подробному и точному учету. Но отсутствие точного знания всех условий не равносильно объективной случайности их существования. История как наука вообще не может заниматься объяснением того, почему как раз тот или другой человек совершал то-то и то-то: она объясняет, почему совершилось то или другое событие, и понимает все действительно важные исторические преобразования вовсе не как дело рук того или другого индивида, а как результат действия целых классов, народов, членом которых является и выдающаяся личность. Если бы ее появление было объективно случайно, то характер, психика любого другого, рядового члена класса также были бы случайны. Если отклонение от среднего типа случайно, то случайно и появление среднего типа. Тов. Деборин ссылался на письмо Маркса Кугельману («Летопись Марксизма», № 2).

Маркс пишет здесь: «Творить мировую историю было бы, конечно, очень удобно, если бы борьба предпринималась только под условием непогрешимо-благоприятных шансов. С другой стороны, история имела бы очень мистический характер, если бы «случайности» (*кавычки Маркса*. А. В.) не играли никакой роли. Эти случайности входят, конечно, сами составной частью в общий ход развития, *уравновешиваясь другими случайностями*. Но ускорение и замедление в сильной степени зависят от этих «случайностей», среди которых фигурирует

также и такой случай, как характер людей, стоящих вначале во главе движения». [1]

Формулировка Маркса совершенно точна, научна. «Случайности» уравновешиваются другими случайностями. Но из этого не следует, что эти «случайности» не имеют важного значения. Не только в области политической и социальной жизни, но даже в области физики «случайности» могут иметь важное значение. Я напомню данный мною пример объяснения опалесценции. В социальной жизни дело осложняется еще тем, что люди—индивиды не однородны, каковы атомы с точки зрения кинетической теории материи. Неоднородность еще больше затрудняет применение статистики, но не уничтожает его, ибо индивиды являются индивидами определенных классов, и их поведение — в массовом масштабе — определяется условиями и отношениями этих классов. Роль личностей, стоящих во главе классовой борьбы, имеет большое значение, может ускорять и замедлять ход событий. С другой стороны, и личный характер вождей опять не случаен, ибо люди ставятся на свое место теми классами, интересы которых они представляют, и откуда раньше или позже они удаляются в том случае, если они перестали представлять интересы данного класса. Германская социал-демократическая верхушка недаром поставила Эберта на место президента республики; она поставила его именно потому, что она знала, что Эберт все сделает, что в его силе, для удушения пролетарской революции. Таким образом, хотя и личные качества отдельных людей определяются, кроме социальных условий, еще и законами другого порядка (психологическими и биологическими), но их роль в социальной жизни определяется, в конечном счете, степенью соответствия этих качеств тем требованиям, которые выдвигаются общественными условиями, потребностями и целями целых классов или по крайней мере организованных групп. Таковой группой является, м. пр., и германская социал-демократическая бюрократия, представляющая интересы капиталистов.

Я кратко упомяну еще об одном спорном пункте. Характерная черта диалектического понятия—гибкость понятий. Гибкость и «математическая строгость понятий»—противоречивые

[1] Кугельману 17/IV—1871 г. Кавычки везде Маркса. Разбивка наша.

вещи, исключают друг друга? Я думаю, что гибкость и строгость понятий вовсе не противоречат друг другу или противоречат диалектически. «Математически» точное определение диалектических понятий не лишило бы их гибкости. Как раз наоборот: именно только гибкие диалектические понятия могут быть точными, адэкватными понятиями в том отношении, что они могут приспособляться к действительности и правильно отражать ее.

Возьмите пример. В своей последней статье о кооперации Ленин говорит, что политическая власть—в руках пролетариата, вся крупная промышленность — тоже в руках пролетариата; союз этого пролетариата с мелкими и мельчайшими крестьянами плюс еще кооперация — это есть все достаточное и необходимое для построения социализма. — Ленин говорит именно на математическом, т.-е. точном языке. И, поскольку я знаю, никто еще не упрекал Ленина в том, что он подменил здесь гибкость экономических и политических понятий какой-нибудь математической схемой: его определение очень точно, но в то же время и очень гибко, потому что он в этом же определении указывает, каким путем можно построить социализм, указывает на широкие возможности стратегии и тактики коммунистической партии в построении социализма. Говорить о том, что здесь точность нарушает гибкость, по-моему, не следует. Конечно, такие определения не каждый в состоянии дать, а затем не всякие явления, которые приходится нам исследовать, являются такими точно определимыми в данный момент. Но сказать, что гибкость и строгость понятий чуть ли не принципиально противоречат друг другу, нельзя.

Мы, конечно, далеко не исчерпали все богатство, данное нам Энгельсом в его «Диалектике Природы». Мы брали и попытались освещать только наиболее важные моменты этой замечательной главы его книги. Но мы еще часто будем возвращаться к его книге. Исчерпать все ее содержание в одной статье невозможно.

З. Цейтлин

Проблема реального обоснования евклидовой геометрии [1]

В основе евклидовой геометрии лежат три постулата—непрерывности, однородности и бесконечности. [1] Отрицание одного, совокупности двух или трех постулатов приводит к неевклидовой концепции пространства. Перечисленные постулаты являются основными гипотезами евклидовой геометрии и подобно всяким научным гипотезам должны быть проверены на опыте. Приступая к обсуждению этого вопроса, укажем прежде всего на следующее: плоское (параболическое) пространство *n* измерений при любом *n* удовлетворяет постулатам Евклида; так что, хотя всякое неевклидово пространство как таковое противоречит тем или иным евклидовым постулатам, но, будучи включено в плоское пространство высшего порядка, им, вообще говоря, не противоречит; например, поверхность сферы, как неевклидово пространство двух измерений, противоречит постулату бесконечности, но только до тех пор, пока поверхность эта не включена в плоское пространство, например, трех измерений. Указанное обстоятельство приводит к расчленению вопроса о реальном обосновании евклидовой геометрии на два вопроса: 1) допустимо ли, вообще говоря, предположение об объективном существовании пространства с числом измерений бо́льшим трех; 2) если считать такого рода предположение недопустимым, то допустима ли концепция нашего трехмерного пространства, как пространства неевклидова. Мы, разумеется имеем здесь в виду точку зрения диалектического материализма.

[1] См. статью «К постановке проблемы обоснования евклидовой геометрии» («Под Знаменем Марксизма», № 12 за 1926 г.).

Обсудим предварительно второй вопрос. Он имеет более актуальное значение, и сверх того его решение помогает более четкому уразумению постановки и решения первого вопроса.

Мы утверждаем, что с точки зрения материализма совершенно недопустимо, отвергая объективную возможность пространства с числом измерений бо́льшим трех, считать наше пространство неевклидовым.

В самом деле, понятие неевклидова пространства возможно только в связи с понятием кривизны. Последнее понятие получено путем аналогии с кривыми поверхностями и линиями трехмерного пространства Евклида. Если понятие кривизны распространить на самое трехмерное пространство, то спрашивается, каков его смысл, если отвергается объективное существование пространств с числом измерений бо́льшим трех? Здесь возможны два ответа: 1) рациональный и 2) мистический. С рациональной точки зрения очевидно, что постольку, поскольку реальное обоснование аналогии понятия кривизны для трехмерного пространства невозможно вследствие принципиального устранения объективного существования пространств с числом измерений бо́льшим трех,—понятие кривизны трехмерного пространства может иметь только значение математической фикции, скрывающей совокупность известных реальных движений в евклидовом трехмерном пространстве.

Так именно толкуют кривизну всеобщей теории относительности физики-реалисты. Г. А. Лоренц называет, например, эту теорию—теорией тяготения, желая этим подчеркнуть указанный фиктивный смысл понятия кривизны.

Такой именно интерпретацией мы обусловили материалистическое значение теории Эйнштейна в своей статье «Теория относительности и диалектический материализм». Мистическое же понимание «кривизны» просто постулирует ее без «объяснений».

Трудно сказать, какой точки зрения на вопрос придерживается сам Эйнштейн. У него имеется ряд противоречивых высказываний, но одно несомненно, что космология Эйнштейна сделалась ныне фундаментом «научной теологии». Многочисленные адепты релятивизма, рекламирующие космологию Эйнштейна, являются лишь сознательными или бессознательными марионетками в руках попов и капиталистической реакции.

В самом деле, классическая теология не только не требует отрицания материи, но даже, наоборот, ее признания: понятие материи, сотворенной богом, играет основную роль в теологических системах и спекуляциях. Вот почему теолог Nys в своем сочинении о пространстве, порицая философский материализм, порицает также идеализм, называя его «химеризмом».

Теологический материализм требует лишь одного, чтобы материя была признана сотворенной богом, т.-е. конечной в пространстве и времени, ибо, согласно учению классической теологии, атрибут бесконечности принадлежит только богу.

Иногда указывают (приводя в качестве примера каноника Больцано), что не все богословы согласны с такой точкой зрения, что некоторые из них считают возможным приписать природе атрибут бесконечности.

Такое указание можно считать правильным только в том случае, если предположить, что богословы, приписывающие природе атрибут бесконечности, совершенно равнодушны к тому, чтобы их объявили зловредными еретиками, пантеистами и материалистами.

Так как такого рода предположение маловероятно, то в действительности дело обстоит иначе, а именно богословы не отвергают понятия бесконечности в смысле indefinitum, отличая его от infinitum.

Это различение можно найти, например, у Декарта, который страха ради иезуитов, опасаясь быть обвиненным в ереси, утверждает, что пространство и материя не абсолютно бесконечны (infini), а лишь indéfini—неопределенны, т.-е. такие, конца которых мы представить себе не можем, и которые, стало быть, всегда способны к дальнейшему мысленному увеличению. Вот, между прочим, что пишет Кантор:

«Со стороны теологов мне было указано, что то, что я называю «Transfinitum in natura naturata», «невозможно защищать и в известном смысле», которого я, «повидимому, не придаю этому понятию», «содержит в себе заблуждение пантеизма». Кантор приводит письмо к нему теолога, которое начинается так: «Из Вашей статьи «Zum Problem des A-U» я с личным удовлетворением замечаю, что Вы резко отличаете абсолютно-бесконечное и то, что Вы называете актуально

бесконечным в творении. Так как Вы прямо утверждаете, что последнее «еще доступно увеличению» (разумеется indefinitum, т.-е. так, что оно не может стать чем-то, недоступным уже увеличению), и противопоставляете его Абсолютному, как «существенно недоступному увеличению», что, разумеется, должно быть применимо и к вопросу о возможности и невозможности уменьшения, то оба понятия, понятия абсолютного бесконечного и актуально-бесконечного в творении или Transfinitum по существу различны, так что при сравнении обоих должно назвать лишь одно собственно бесконечным, а другое—не собственно и aequi voce бесконечным. При таком понимании Transfinitum нет, насколько я до сих пор вижу, никакой опасности для религиозных истин».

Необходимо заметить, что здесь выражена точка зрения, повидимому, очень либерального теолога. Мы могли бы привести много цитат, показывающих, каково отношение к вопросу менее склонных к либеральничанью попов; ограничимся, однако, тем, что напомним достопамятный исторический факт: один из первых пропагандистов идеи бесконечности природы, именно пантеист Бруно (пантеизм Бруно, как и Спинозы,—это по существу материализм), был сожжен на костре римской инквизиции.

Для всякого подлинного материалиста должно быть совершенно ясно, что отвержение понятия абсолютной бесконечности пространства и материи равносильно уничтожению материализма, как такового; равносильно замене философского материализма теологическим. К сожалению, азбучные истины материализма настолько предполагаются известными, что они часто упускаются из виду и забываются тогда, когда о них следовало бы твердо помнить и усиленно подчеркивать.

Так, в «Вестнике Коммунистической Академии» № 16 (1926 г.) мы находим статью математика А. Хинчина: «Идея интуиционизма и борьба за предмет в современной математике».

Мы не знаем, является ли А. Хинчин материалистом, но его статья бесспорно появилась в «Вестнике Комм. Академии» с благословения математиков-материалистов.

Вот что утверждает Хинчин:

«В одной из своих последних работ Гильберт глубоко и правильно указал, что корни современного кризиса математики

гнездятся в том, что ложное понятие («мнимая идея») бесконечности еще не вполне изгнано из нашей науки. В реальном мире за этим понятием не стоит никакого предмета; нет его и в нашем мышлении; все конечно — и во внешнем мире и в нашей психике».

Здесь перед нами образец метафизики. Раньше «мышление математиков» всецело было занято бесконечным. Кантор, ворвавшись в математическое царство и покорив его, заставил математиков громоздить Пелион одних бесконечностей на Оссу других. Теперь оказывается, что бесконечное—это ложное понятие, что его вообще нет в «нашем мышлении» и нигде в мире.

Диалектику ясно, в чем тут дело. Тезис о «конечном» является реакцией, антитезисом математических «бесконечных излишеств», которые грозят завести математику в тупик бесконечного схоластицизма.

Реакция эта вполне необходима и весьма плодотворна. Но для материализма реакция эта представляет известные опасности, против которых он должен принять решительные меры. Абсолютное отрицание бесконечности и абсолютное утверждение конечного в корне подрывают философию материализма. Основной постулат материализма—это вечность и бесконечность мира. Отрицание этого постулата прямо передает материализм в руки классической теологии, которая совсем не отрицает материальности мира, а лишь высказывается против его вечности и бесконечности.

Другим примером крайне легкомысленного, если говорить мягко, подхода к вопросу о бесконечности может служить статья «Бесконечность» тов. А. Тальгеймера в «Советской энциклопедии». Тов. Тальгеймер, как известно, большой поклонник теории относительности, в которой он обнаружил целый кладезь гегелевской диалектики. А так как Гегель всегда ратовал за «истинную» бесконечность против «дурной», [1] то т. Тальгеймер в своей статье усиленно выдвигает «истинную» бесконечность, усматривая, повидимому, в завершенной, безграничной (бесконечной—наподобие сферы), замкнутой в себе Вселенной Эйнштейна научное воплощение гегелевской «истинной» бесконечности. Тов.

[1] Гегель, впрочем, не отрицал «дурной» бесконечности, а лишь находил ее скучной и злой.

Тальгеймер в своем увлечении забыл одну малость: что «дурная бесконечность пространства, времени и материи—это азбучная истина материализма, и что эту истину следовало бы выдвинуть и подчеркнуть, принимая во внимание поповскую пропаганду против материализма на базе теории относительности.

Тов. Тальгеймер цитирует, впрочем, Энгельса, но так, что только посвященные могут догадаться, что Энгельс не является адептом абсолютного релятивизма.

Энгельс, в самом деле, писал: «истинная бесконечность была Гегелем правильно вложена в заполненное пространство и время, в природу и историю. Теперь вся природа разложена, сведена к истории, и история является процессом развития самосознательных организмов, отличных от истории природы. Это бесконечное многообразие природы и истории заключает в себе бесконечность пространства и времени—дурную бесконечность—только как снятие двух существенных, но не преобладающих моментов».

Тов. Тальгеймер, следуя установившейся у нас прекрасной традиции цитирования классиков материализма, обрывает здесь цитату. И понятно почему. Конец энгельсовского отрывка разъясняет смысл утверждений Энгельса и опрокидывает «истинную бесконечность» эйнштейновской космологии.

Энгельс продолжает:

«Крайней границей нашего познания природы является до сих пор наша вселенная (подчеркнуто у Энгельса), а бесчисленные вселенные («дурная бесконечность», тов. Тальгеймер!), находящиеся вне ее нам, не нужны, чтобы познавать природу. Собственно, только одно солнце из миллионов солнц и его система образуют существенную основу наших астрономических исследований. Для земной механики, физики и химии нам приходится отчасти, а для органической науки—исключительно ограничиваться нашей маленькой землей. И, однако, это не наносит существенного ущерба практически бесконечному многообразию явлений природы, точно так же, как не вредит истории аналогичное, но еще большее, ограничение ее сравнительно коротким периодом и небольшой частью земли».

Вот каков истинный смысл «снятия» «существенного» момента «дурной» бесконечности пространства и времени.

Отсюда так же далеко до «истинной бесконечности» релятивистско-поповской космологии, как далек материализм Маркса и Энгельса от поповского материализма. И это следовало бы, т. Тальгеймер, сугубо подчеркнуть и разъяснить. Латинская пословица говорит, что молчание не есть еще знак согласия; но если кто-либо молчит, когда он должен говорить, то это можно считать согласием. Вот почему с объективной точки зрения статью т. Тальгеймера в «Энциклопедии», которая умалчивает о значении «дурной» бесконечности для философии материализма, необходимо квалифицировать как совершенно неудовлетворительную и недопустимую. [1]

Перейдем теперь к первому из поставленных вопросов: допустимо ли с точки зрения материализма предположение об объективном существовании пространства с числом измерений бо́льшим трех?

Рассуждая формально, такое допущение, при предположении бесконечности пространства, не противоречит материализму, ибо, как указал В. И. Ленин, материализм требует лишь признания существования объективной, независимой от сознания реальности и притом существования «в н е сознания», т.-е. в объективном, независимом от сознания пространстве и времени. Постольку, поскольку пространство n измерений признается объективным и независимым от сознания и сверх того бесконечным,—такое пространство не противоречит формально материализму. Мы знаем, однако, что Энгельс в замечательной статье «Естествознание в мире духов» самым резким образом выступил против «четвертого измерения» спиритов и жестоко высмеял физика Цельнера, который занимался проблемой реального четырехмерного пространства.

Точно так же В. И. Ленин отметил несколькими весьма меткими словами четырехмерное царство спиритов.

В чем же дело?

---

[1] Чтобы показать на живом примере значение «финитизма» для теологии, процитируем «творение» некоего Н. Соловьева—«Научный атеизм»—критика Геккеля, Мечникова и Тимирязева, посвященная «памяти православных воинов, павших в борьбе с немцами» (1915 г.):

«Вот почему первая точка зрения, точка зрения финитистов, привела французского философа Ренувье, н е з а в и с и м о о т в с я к о й т е о л о г и и, к признанию Бога, как личного Творца всего мира» (стр. 31).

А в том, что «презрение к диалектике не остается безнаказанным. Сколько бы ни высказывать пренебрежения ко всякому теоретическому мышлению, все же без последнего невозможно связать между собою любых двух естественных фактов или же уразуметь существующую между ними связь» («Естествознание в мире духов», стр. 121).

В самом деле, материализм, как высшее достижение развития философской мысли, не ограничивается теми краткими определениями своей сущности, которые мы находим у классиков. Особые условия помешали классикам материализма в развернутой форме изложить основы философии материализма. Но это не значит, что без знания этой развернутой формы можно понять сущность материализма. Верно то, что материализм считает за первоначальное—материю, а дух—за вторичное; что материализм исходным пунктом берет реальное пространство, реальное время и движение, но эти определения, чрезвычайно важные сами по себе, не исчерпывают сущности материализма как философского учения. Материализм имеет свою глубокую (ибо она базируется на всей совокупности философских и научных достижений) теорию мышления (логику, диалектику), которой пренебречь невозможно без подрывания основ материализма, ибо теория эта самым тесным образом связана с основным смыслом материализма, как философского учения.

Без определенной теории мышления, вообще говоря, нельзя сделать ни шагу в действительном решении основных научных проблем. Эмпирическое презрение к теории мышления приводит лишь к тому, что «некоторые из самых трезвых эмпириков становятся жертвой самого дикого из всех суеверий—современного спиритизма» (Энгельс) и всякой другой чертовщины.

Презрение к теории мышления, долго культивируемое в естествознании, широко распространено. Ученые, гордые своими достижениями в частных областях науки, воображают, что философия это никчемное занятие, забава ума для бездельников.

Развитие, однако, самой науки показало, что пренебрежение к философии жестоко мстит за себя. Весело и вместе с тем прискорбно смотреть на то старческое бессилие, которое

обнаруживают выдающиеся ученые, пытающиеся осмыслить факты, выдвинутые развитием специальных наук, факты, в которых разобраться совершенно невозможно, не будучи вооруженным теорией мышления.

Особенно поучительна в этом отношении теория относительности, выдвинувшая на первый план такие «простые» понятия, как понятия пространства, времени и движения.

Эмпирики знают, например (хотя не все признают это открыто), что в основе всякой научной теории лежат известные гипотезы. Для того, чтобы узнать, истинны ли эти гипотезы или ложны, обращаются к опыту: опыт—верховный судья в деле науки, ибо «истинность наших мыслей познается на практике».

Творцы неевклидовой геометрии—Гаусс и Лобачевский считали, что истинность гипотез, лежащих в основе евклидовой системы, должна быть проверена на опыте. Гаусс произвел определение суммы углов △-ика, образованного вершинами трех гор; Лобачевский пытался проверить свою формулу угла параллельности на основании вычислений с косвенными данными о параллаксах звезд.

Сразу же бросается в глаза, и это подчеркнул Пуанкарэ, основная трудность подобного рода опытных проверок.

Допустим, в самом деле, что Гаусс при измерении суммы углов △-ика получил величину, отличную от двух прямых. Какой вывод отсюда можно сделать? Или тот, что наше пространство неевклидово, или же тот, что лучи света, которыми пользуются при такого рода измерениях, почему-то оказались искривленными.

Действительно, астрономы не раз обнаруживали треугольники с суммой углов, отличной от двух прямых, но это приводило их не к отрицанию евклидовой геометрии, а к открытию аберрации света и собственного движения так наз. неподвижных звезд.

Пуанкарэ поэтому указывает, что подобного рода случаи поставили бы нас лишь перед дилеммой:

Или отвергнуть геометрию Евклида, или изменить законы движения света. Пуанкарэ считает, что с точки зрения «экономии мышления» всякий предпочтет изменить одну главу физики, нежели геометрические основы всей физики. Действительно,

три основных опытных аргумента (аномалии планетных движений, отклонение лучей света в полях тяготения, изменение частоты) общей теории относительности, базирующейся на неевклидовой концепции пространства, можно получить гораздо проще, исходя из концепции Евклида, что мы показали в своей работе «Закон движения Энгельса».

Философия «экономии мышления» является, однако, философией страуса, который прячет голову перед опасностью.

Что, собственно, означает эта пресловутая «экономия мышления»? Почему экономнее мыслить при помощи евклидовой системы, нежели при помощи систем неевклидовых? Этих вопросов философы «экономии мышления» касаться не хотят, повидимому, из присущей им экономии мышления.

Здесь наука вплотную натолкнулась на основные философские вопросы: что такое опыт? что такое мышление? каково отношение мышления к опыту?

Только определенная теория мышления в состоянии дать ответ на эти вопросы и вывести науку из тупика.

Мы разберем эти вопросы в связи с проблемой реального обоснования евклидовой геометрии. Первое, на что необходимо обратить внимание,—это *понятие бесконечности*. Мы ставим следующий кардинальный вопрос: *из какого опыта получено понятие бесконечности пространства, каково происхождение этого понятия?*

Если понятие «опыта» трактовать так, как это делают эмпирики, сразу же обнаружится, что невозможно объяснить происхождение понятия бесконечности.

В самом деле, геометрия возникла из землемерия, но в землемерии и вообще в окружающей нас действительности мы находим лишь конечные, хотя и безграничные объекты. Между тем,—и это отчетливо показал Риман,—мы великолепно умеем отличать конечное и безграничное от бесконечного. Понятие бесконечности пространства (а также числа)—одна из самых наших ясных и отчетливых идей. Сторонники так наз. «потенциальной» бесконечности говорят, что бесконечность—не что иное, как *наша способность* бесконечно увеличивать данный объект (пространство, время, число). Совершенно верно! Материализм никакого иного смысла, никакой мистики,—и это

подчеркнул Маркс,—не вкладывает в понятие бесконечности. Но философский вопрос ведь в том—каково происхождение этой удивительной «способности»? Признание того, что такая «способность» является исключительно способностью нашего ума,—образует, как известно, базу кантовского идеализма, его учения об априорности форм сознания и категорий мышления.

Материализм же учит, что наша форма сознания, наши категории мышления являются «зеркальными отражениями», «копиями» (В. И. Ленин) объективного, независимого от какого бы то ни было сознания мира. Природа,—замечает Энгельс,— существовала и существует помимо и независимо от всякой философии!

Некоторые философы материалисты, плохо ориентирующиеся в основах материалистической теории мышления, чрезвычайно скептически и иронически относятся к ленинскому положению о «зеркальных отображениях», «копиях». Но это положение содержит в себе глубочайшую философию, о которой совершенно не подозревают критики. Эта философия в основном изложена в замечательном отрывке Энгельса, который называется: «О прообразах математического бесконечного в действительном мире» («Диалектика Природы», стр. 135). Отрывок этот начинается так:

«Согласие между мышлением и бытием.—Бесконечное в математике. Над всем нашим теоретическим мышлением господствует с абсолютной силой тот факт, что наше субъективное мышление и объективный мир подчинены одним и тем же законам, и что поэтому оба они не могут противоречить друг другу в своих конечных результатах, а должны согласоваться между собою.

Факт этот является бессознательной и безусловной предпосылкой нашего теоретического мышления.

Материализм XVIII столетия, будучи по существу метафизического характера, исследовал эту предпосылку только с точки зрения ее содержания. Он ограничился доказательством того, что содержание всякого мышления и знания должно происходить из известного опыта, и восстановил старое положение: Nihil est in intellectu, quod autem non fuerit in sensu. Только

современная идеалистическая,—но вместе с тем и диалектическая философия, в особенности Гегель, исследовали эту предпосылку также и с точки зрения формы.

Несмотря на бесчисленные произвольные и фантастические построения, несмотря на идеалистическую, на голову поставленную форму ее конечного результата—единства мышления и бытия,—нельзя отрицать того, что она доказала на множестве примеров, взятых из самых разнообразных отраслей знания, аналогию между процессами мышления и процессами в области природы и истории, и обратно, и господство одинаковых законов для всех этих процессов. С другой стороны, современное естествознание до того расширило тезис об опытном происхождении всего содержания мышления, что от его старой метафизической ограниченности и формулировки ничего не осталось. Естествознание, признав наследственность приобретенных свойств, расширяет субъект опыта, делая им не индивид, а род; нет вовсе необходимости, чтобы отдельный индивид имел известный опыт; его частный опыт может быть до известной степени заменен результатами опытов ряда его предков.[1] В отрывке «Рассудок и разум» (стр. 57) Энгельс утверждает, что «нам общи с животными все виды рассудочной деятельности: индукция, дедукция, следовательно также абстракция (родовое понятие четвероногих и двуногих), анализ неизвестных предметов (уже разбивание ореха есть начало анализа) синтез (в случае проделок животных) и, в качестве соединения обоих, эксперимент (в случае новых препятствий и при незнакомых положениях)».

Те же мысли развивает П. Лафарг в книге «Экономический детерминизм К. Маркса» (глава «Происхождение абстрактных идей»). Когда мы задолго до появления «Диалектики Природы» указали на то, что существуют понятия, которые являются «врожденными идеями», то такое указание вызвало единодушный крик удивления, и на нас посыпались обвинения в метафизике. Между тем Лафарг, например, прямо говорит о «врожденных идеях».

---

[1] В этом отрывке Энгельса дано между прочим обоснование значения диалектики как науки.

«К инстинкту животных можно приложить то, что философы называют врожденными идеями. Животные рождаются с органическим предрасположением—с интеллектуальным предобразованием,—как говорит Лейбниц,—позволяющим им без предварительного прохождения какой бы то ни было школы опыта произвольно выполнять самые сложные акты, необходимые для их индивидуального сохранения и для размножения своего вида» (стр. 89).

«Мозг взрослого человека более или менее автоматизирован, сообразно со степенью его личного воспитания и высокой общественной культуры. Элементарные абстрактные представления о причине, субстанции, бытии, справедливости и т. п. являются для него такими же врожденными и инстинктивными, как питье, еда».

«Тенденция приобретать их есть последствие накопленного в течение тысячелетий опыта его предков»,—«абстрактные идеи, как и инстинкт животных, образовались у вида постепенно». Вот почему,—заключает Лафарг (стр. 93),—сенсуалисты минувшего столетия, считая мозг (слушайте, слушайте, т. Луппол!) «чистой доской»,—что было радикальным способом возобновить «очищение» Декарта,—пренебрегли тем фактом капитальной важности, что мозг цивилизованных людей—это поле, обрабатывавшееся на протяжении веков и обсемененное тысячею поколений представлениями и идеями, и что, согласно точному выражению Лейбница, мозг предобразуется еще до начала личного опыта». «Необходимо допустить, что мозг обладает таким расположением молекул, которое предназначено для порождения значительного числа идей и представлений».

Ныне эти азбучные истины материалистической теории мышления называют метафизикой и вульгарным механическим материализмом!

Итак, с точки зрения материалистической теории мышления, основные формы и категории сознания являются «зеркальным отражением», «копиями» объективного мира и притом продуктами «исторического опыта эволюции». Никаким другим способом (кроме, конечно, идеалистического и богословского)

нельзя объяснить происхождения этих понятий. Понятие бесконечности пространства и числа является объективным отражением действительной бесконечности, пространства, действительной бесконечности материи.

Мозг, выкристаллизовавшись в течение неизмеримого времени из недр бесконечной материи, правильно отражает ее основные формы бытия—пространство, время, движение. Тут, однако, на сцену выступает «ползучий эмпирик» со своим излюбленным аргументом «о борьбе мнений».

«Позвольте,—говорит он,—вы утверждаете, что наше пространство—евклидово и бесконечно; но как быть с теми, которые утверждают обратное? Ведь все средневековье, например, считало совершенно немыслимым существование антиподов и твердо верило в абсолютность понятий «верх» и «низ».

В этих аргументах обнаруживается ничтожество эмпирического мышления. «Борьба мнений», которая для эмпирика служит скептическим аргументом против истины, на самом деле—необходимое условие овладения истиной. Хороша была бы философия (и наука), которая без всяких препятствий въезжала бы в царство истины! Царство это приходится на самом деле завоевывать силой оружия в жестокой борьбе. Истины, как и дети, рождаются в муках. Весь вопрос, стало быть, в том, какова сила доказательств борющихся точек зрения.

Укажем прежде всего на то, что в аргументах, подобных вышеприведенным, совершенно отчетливо выступает полное непонимание чисто эмпирическим мышлением того, что есть истина, и что такое заблуждение. Это непонимание обусловлено обычным пренебрежением эмпириков ко всякой истории, в частности к истории развития мышления, к истории философии и науки. Мышление эмпириков неисторично или поверхностно исторично. Вот почему излюбленным вопросом эмпирического скепсиса является вопрос: что есть истина? Этот вопрос представляется эмпирикам камнем преткновения для человеческого мышления.

Теория мышления и в особенности история неопровержимо доказывают, что заблуждение может касаться лишь частных форм бытия, но не основных.

Человек может ошибаться относительно места, расположения, времени, характера движений и причин, но не может ошибаться в том, что все познаваемые им вещи и процессы происходят в пространстве и времени, представляют ту или иную форму движений, которые подчинены закону причинности. Разумеется, тот, кто вообще не сдвигается с места, не может заблудиться в пути; человек, который не мыслит, не может и заблуждаться. Но постольку, поскольку кто-либо начинает мыслить, сейчас же обнаруживается, что существуют основные условия движения мышления, и что заблуждение не может касаться этих основных условий, а лишь пути движения мышления, т.-е. частных его проявлений.

Хотя и не совсем верно то, что средневековье считало «немыслимым» существование антиподов, что оно целиком и полностью ошибалось насчет понятий «верх» и «низ», но ведь существование антиподов и действие силы тяжести не являются основными формами бытия материи; это—частные проявления движения материи.

Средневековье верило в бога, дьявола, ведьм, ад и рай; современные спириты верят в четырехмерных «духов» и т. д.,—но все это не может служить аргументом ни за, ни против какой-либо доктрины.

Наоборот, изучение истории мышления показывает, что постольку, поскольку мышление пыталось двигаться, оно, начиная с самых древних пор (Индия, Египет, Греция) и даже в «века мрака», двигалось при помощи своих основных форм и категорий и приходило к более или менее правильным выводам по поводу частных проблем. Истина о шарообразности земли и ее движении в мировом пространстве, полагаемом бесконечным, была известна мыслящему человечеству с самых древних пор, хотя целиком и полностью эта истина не утверждена и поныне, что с точки зрения диалектической логики вполне законно. Аристотель первый составил таблицу основных понятий, при помощи которых происходит движение мышления; Декарт, Кант, Гегель развили, собственно говоря, в своих ученьях классификацию понятий Аристотеля. И ныне над нашим теоретическим мышлением с «абсолютной силой» господствует тот факт, что мышление и бытие «не могут противоречить друг другу

в своих конечных результатах» (Энгельс). И именно с точки зрения этих «конечных результатов» необходимо дать анализ проблемы обоснования евклидовой геометрии, а не с точки зрения исторических заблуждений.

Конечным результатом является выделение из недр материи человеческого мозга с его основными формами и категориями мышления.

Эти основные формы и категории должны быть согласованы с бытием, они не могут ему противоречить. На это прямо указывает, например, понятие бесконечности пространства, а также его однородность и непрерывность; ибо однородность евклидова пространства означает не что иное, как его бесконечность; непрерывность же—опять-таки бесконечная делимость протяженности. Из факта, что мы совершенно не в состоянии представить себе пространство искривленным и прерывным, следует, что реальное пространство, как основная форма бытия материи, действительно бесконечно.

Возражают, однако: если мы не в состоянии представить себе искривленного пространства, то мы превосходно умеем мыслить о нем, на что указывает существование неевклидовых геометрий.

Совершенно верно! Человеческое мышление оперирует не только с понятием кривизны трехмерного пространства, но и с понятием мнимой величины. Весь вопрос лишь в том, каковы реальные основания этих понятий. Только разобравшись в этих основаниях, можно как следует судить о значении понятий.

Все признают, что само понятие неевклидова пространства с числом измерений бо̀льшим трех возникло на почве аналогии с искривленными линиями и поверхностями пространства трехмерного.

Этот факт имеет фундаментальное значение для проблемы реального обоснования евклидовой геометрии, ибо происхождение понятия лучше всего может объяснить нам его значение.

Мы видели выше, что понятия точки, линии, поверхности являются абстракциями. Никто (за исключением, понятно, мистиков и идеалистов) нигде и никогда не видал поверхности

без глубины, линии—без ширины и глубины, точки—без трехмерной протяженности. В чем же, однако, реальные причины образования абстрактных понятий? Опыт и теория показывают, что реальным основанием геометрических абстракций является движение. Мы различаем поверхность земли по той причине, что движение материи земного шара отлично от движения земной атмосферы и вообще окружающей среды. «Разрыв» движения и образует пограничную поверхность или линию. Этот «разрыв» не имеет абсолютного характера, но все же является вполне реальным качеством. Вообразим теперь по аналогии, что существует реальное пространство четырех измерений. Наше пространство по отношению к четырехмерному будет «границей», местом разрыва движений. И окажется, что люди, все реальное бытие которых протекает в четырехмерном мире, сознают только свою трехмерную «границу».

Недопустимость такого рода предположения, с точки зрения теории мышления материализма, будет особенно ясной, если мы вообразим себе животное, которое существует и движется по поверхности земли, но обладает лишь двухмерным сознанием: тело животного, все его действия и движения протекают в трехмерном пространстве, но животное это непостижимым образом сознает лишь поверхность, на которой оно живет, «геометрическую границу» своего бытия.

Признать такого рода вещь значит полностью отрицать согласие между мышлением и бытием, значит приписать природе некую «хитрость», «обман», «телеологию», каковые атрибуты приличествуют лишь господу богу и его земным прислужникам. Метериализм должен поэтому со всей решительностью отвергнуть реальность пространства с числом измерений бо́льшим трех не только потому, что это самое дикое из современных суеверий, но и потому, что такого рода взгляд противоречит всему тому, что мы знаем о природе и мышлении.

Вместе с тем материализм в состоянии очень просто объяснить значение неевклидовых геометрий. Неевклидовы геометрии—это прежде всего геометрии кривых поверхностей и линий, изучение которых имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Кроме того, постольку, поскольку кривые поверхности и линии обусловлены движениями материи,

неевклидовы геометрии могут быть приложены к изучению движений. Это как раз и имеет место в механике вообще и в теории относительности в частности. Теория относительности возникла на почве отождествления времени с пространством: время рассматривается как четвертая координата четырехмерного континуума. С философской точки зрения отождествление времени с пространством недопустимо, но так как время и пространство образуют единство через посредство движения, то введение координаты времени замещает собою движение в пространстве и дает возможность изобразить движение в трехмерном пространстве «статически», т.-е. как геометрию четырехмерного, что совершенно отчетливо было впервые формулировано Г. Минковским. Эйнштейн использовал этот метод во всеобщей теории относительности для изучения процесса тяготения. Теория относительности, как мы указали это в нашей статье, синтезирует пространство, время и движение в единой материи, и в этом ее объективное, материалистическое значение. Отрицательные моменты теории—непонимание абсолютности пространства, времени и движения (т.-е. синтеза абсолютного и относительного в материи), неверные космологические выводы, слабо связанные с самой теорией, но которые широко используются, отсутствие ясности в основных понятиях. С этими отрицательными сторонами, с использованием теории идеалистами и теологами необходимо вести решительную борьбу.

Борьба эта должна заключаться прежде всего в том, чтобы раскрывать реальный смысл основных понятий теории; в том, чтобы результаты теории получать более простым путем при помощи обычных понятий физики на основании концепций евклидовой геометрии.

Все признают, что до сих пор еще «экономнее» мыслить при помощи геометрии Евклида. А это значит, с точки зрения материалистической теории мышления, что физика, построенная на базе геометрии Евклида, лучше, полнее соответствует естественной простоте реальных движений. Диалектический материализм чужд, однако, всякого догматизма. Возможно обнаружение таких сложных движений, что их «экономнее» будет исследовать при помощи понятий неевклидовых геометрий,

и физику в некоторых ее частях целесообразнее будет тогда излагать при помощи этих понятий.—Но это будет только *способом изложения*.

Задачей же материализма является борьба против мистификации неевклидовых геометрий или иначе—борьба за евклидово реальное пространство.

И. Орлов

О диалектической тактике в естествознании

I

Диалектика природы, как известно, есть учение о наиболее общих законах движения и развития в природе; говоря кратко — это есть учение, трактующее природу как совокупность процессов. Однако, указанные законы диалектического развития в природе изучаются не затем, чтобы стать предметом созерцания, но затем, чтобы определить актуальное отношение естествоиспытателей к проблемам изучения природы в пределах их специальностей, к проблемам овладения силами природы, использования последних. Значение общих теоретических представлений о диалектическом движении заключается в том, чтобы дать естествоиспытателю руководство и правильный подход к предмету его повседневной работы, а также правильную ориентировку среди различных борющихся направлений — точь-в-точь как в области общественно-экономической, где учение о развитии общества должно служить теоретической основой для правильного руководства классовой борьбой пролетариата. Поэтому диалектика природы приводит к целому ряду вопросов, которые можно назвать вопросами тактики, и которые действительно определяют тактику естествоиспытателя в деле построения и критики специальных методов работы в тех или иных специальных областях.

К таким вопросам относится, например, вызывающий так много споров вопрос о значении механических концепций, о применении механических моделей в деле изучения природы. Сюда относятся вопросы о приемах сведения сложного к простому, о возможности перенесения приемов работы из одной

области знания в другую и о границах подобной возможности. С кем «блокироваться» в естествознании? Какие теории рекомендовать, как приемлемые? Каких поддерживать естествоиспытателей, хотя бы и не стоящих целиком на точке зрения диалектического материализма, и с какими, наоборот, решительно бороться? Это опять-таки частично вопрос тактический.

Свое изложение мы начнем с наиболее элементарных вопросов, так сказать с азбучных вопросов диалектической тактики в естествознании.

Большинство естествоиспытателей до сих пор относится с определенным недоверием к диалектическому методу вообще и в частности к его применимости при изучении природы. В качестве выразителя такого отрицательного отношения к диалектике выступил проф. Самойлов в статье «Диалектика природы и естествознание». [1]

«Те марксисты, — пишет проф. Самойлов, — которые воодушевлены верою в силу диалектического метода в познании природы, если они при этом специалисты-естественники в какой-нибудь определенной области естествознания, должны на деле доказать, что они, применяя диалектическое мышление, диалектический метод, в состоянии пойти дальше, скорее, с меньшей затратой труда, чем те, которые идут иным путем».

Одновременно с этим проф. Самойлов утверждает, что для фактического проведения диалектического метода в естествознании сделано еще очень мало. Наконец, проф. Самойлов находит противоречивым и нелогичным самый призыв естествоиспытателей к изучению диалектики: «призыв естествоиспытателей к изучению самой правильной формы мышления, к изучению диалектики находится в противоречии с высказанным утверждением о том, что естествоиспытатель бессознательно применяет диалектический метод».

Подобные взгляды на диалектику пользуются значительным распространением; поэтому прежде всего надо дать ответ на замечания проф. Самойлова и на поставленные им вопросы.

Необходимо, однако, заметить следующее: если естествоиспытатели, подобные проф. Самойлову, относятся с недоверием к диалектике, то мы вправе с таким же недоверием

[1] «Под Знаменем Марксизма», № 4—5 за 1926 г.

отнестись к материализму подобных естествоиспытателей. В самом деле, материализм без диалектики может основываться только на представлениях так называемого «здравого смысла», на полной беззаботности по отношению к углубленно-философскому разрешению проблемы. При всякой попытке действительного применения философского анализа, естествоиспытатель, отрицающий диалектику, подвергается опасности скатиться к релятивизму и агностицизму, чему имеются многочисленные примеры.

II

Итак, проф. Самойлов требует, чтобы специалисты в какой-либо области естествознания в своей текущей повседневной работе на деле доказали превосходство диалектического мышления. Но диалектика вовсе не есть чудодейственное средство, и проф. Самойлов своей постановкой вопроса ясно показал, что он неправильно понимает значение диалектики. Как раз может случиться, что в текущей работе в какой-либо специальной области вполне достаточно формальной логики и обычного «здравого смысла», так что в этой плоскости диалектическое мышление не проявляет себя полностью. Можно даже сказать вполне определенно, что в узко-специальной работе отдельного естествоиспытателя, там, где последний идет по проложенным рельсам и занят накоплением эмпирического материала в диалектике, конечно, не встретится надобности. Диалектика применяется в первую очередь не в «мелочной научной лавочке», здесь именно осталась еще роль для формально-логических приемов. Но там, где прокладываются новые рельсы в науке, формальной логики уже недостаточно, там без диалектического мышления не обойтись. Потребность в диалектическом подходе возникает прежде всего там, где необходимо охватить в некоторой перспективе эмпирически добытые результаты. Диалектика учит прежде всего, что накопление фактических данных имеет само по себе лишь относительное значение; строго придерживаясь эмпирических фактов, итти вперед невозможно. Теоретическое мышление должно истолковывать полученные фактические данные, постоянно вносить свои построения, которые, однако, в процессе работы должны подвергаться строгой фактической проверке. Диалектика учит далее, что всякая теория, построенная по принципам формальной логики, дает только

разрез, только схему действительности, выделяет из бесконечно-сложной действительности только некоторую совокупность отношений. Никакая формально логическая схема не может охватить подлинную действительность. Реальный предмет представляет собой единство противоположностей, и всякое формально-логическое определение может охватить лишь одну сторону многогранного предмета. Так как действительность представляет собою диалектический процесс, и так как всякий отрезок действительности бесконечно сложен, то, следовательно, всякая теория имеет только относительное значение и подлежит дальнейшему развитию; всякая естественно-научная истина содержит в себе заблуждение. Поэтому последовательная смена гипотез представляет собою неизбежное и правомерное явление в естествознании; и в то же время познание есть процесс асимптотического приближения к абсолютной истине.

Последовательная смена гипотез в естествознании обычно используется как аргумент против возможности объективного знания. Что можно вынести из изучения истории естествознания, если не усвоить диалектического понятия «отрицания»? Формально-логическое отрицание плоско; история естествознания, с точки зрения чисто формально-логической, может рассматриваться только как ряд заблуждений. Только понятие диалектического отрицания показывает закономерность и необходимость познания объективной действительности через сменяющиеся гипотезы.

Равным образом проф. Самойлов напрасно говорит, что естествознание обязано своими успехами полному устранению и игнорированию каких бы то ни было априорных положений. Естествознание вовсе не обязано своими успехами рабскому следованию эмпирическим данным. Согласно диалектическому методу, никакое априорное положение не может служить окончательным критерием истины, так как таким критерием является только практика, в данном случае эксперимент. Но внесение тех или иных априорных положений, оплодотворяющих работу, совершенно неизбежно для всякого исследования, если исследователь не желает скатиться к «ползучему эмпиризму».

Итак, диалектика означает широкий кругозор, который, без сомнения, необходим естествоиспытателю, отрешение от

ограниченности здравого смысла. Диалектика — это учение о бесконечности всякого куска материи и в то же время о принципиальной познаваемости его. Это учение о том, что необходимо больше работать головой, смелее распоряжаться материалом, не придерживаться рабски эмпирических данных, но в то же время подвергать суровой фактической проверке все построения разума. Диалектика включает в себя и учение о том, что формальная логика, которой бывает достаточно для разрешения целого ряда отдельных вопросов, в конце-концов оказывается несостоятельной; что формально-логические схемы отражают действительность неполно, дают некоторый разрез действительности, в то время как действительность есть процесс постоянного изменения, который выходит из рамок всякой формально-логической схемы. Диалектика учит применять формулу «да—нет» там, где формально логические схемы не могут втиснуть действительность в Прокрустово ложе. Диалектика — это учение о том, как сочетать релятивизм, признание относительности всякого достигнутого результата с признанием существования абсолютной истины. Знание того, что всякая достигнутая истина относительна и содержит в себе заблуждение, необходимо естествоиспытателю для того, чтобы итти вперед. Но без диалектики это признание относительности знания приводит к агностицизму, а не к материализму. Диалектика—учение о всеобщей связи явлений, учение о том, что чистых явлений в том виде, как они трактуются в специальных теориях, вовсе не существует; все грани в природе относительны, условны, подвижны; всякое трактование изолированного явления оказывается односторонним.

Наконец, диалектика есть учение о развитии через противоречия, отвергающее вульгарный эволюционизм. Вот, стало быть, основные и азбучные истины диалектики в применении к естествознанию. Вряд ли можно отстаивать полную беззаботность естествоиспытателей по отношению к философским вопросам. Вряд ли можно утверждать также, что расширение философского кругозора не отразится весьма благоприятно, в конечном счете, и на текущей работе естествоиспытателей. Но лучшим средством к такому расширению кругозора является именно изучение диалектического материализма.

Прежде чем оставить в покое проф. Самойлова, необходимо остановиться еще на одном весьма важном пункте. Проф. Самойлов убежден в том, что диалектика органически враждебна механистическим концепциям и механистическим приемам работы в естествознании. Проф. Самойлов ставит вопрос так: он за механистическое мировоззрение, следовательно, он против диалектики; вслед за тем он приводит ряд примеров той пользы, которую приносят в науке механистические концепции. Но такая постановка вопроса неверна и основана на незнакомстве с диалектикой.

Диалектика «отрицает» механистическое мировоззрение; но диалектическое отрицание не есть простое отбрасывание, не есть голый антимеханизм; диалектическое отрицание выражается также термином «снятие»; такое отрицание включает также признание и ограничение отрицаемого положения. Диалектика отрицает механистические концепции, как односторонние и недостаточные; но в то же время признает их значение повсюду, где они действительно являются прогрессивными. Диалектика, поэтому, вовсе не антимеханистична.

Возможно одно из двух: естествоиспытатели, подобные проф. Самойлову, видят в механистических концепциях только удобные схемы, удобные вспомогательные представления, позволяющие охватить явления, или же они хотят видеть в них отражение, приближенную картину действительных процессов, происходящих в природе, во всей их сложности. Механисты принимают, что всякий процесс полностью и без остатка может быть сконструирован на математико-механическом пути; живая материя при этом принципиально не отличается от неживой. Так может продолжаться вплоть до возникновения ощущений; но здесь раскрывается пропасть, которую нечем заполнить. Между механическими процессами и ощущениями — полный разрыв; в этом случае невозможно рассматривать ощущение как внутреннее свойство материи, как внутреннее свойство материальных процессов. В результате подобные взгляды приводят к дуализму и агностицизму, а механистические представления вырождаются до значения простых вспомогательных схем, и материя понимается только как некоторая абстракция.

Совсем другое, если мы видим в механистических представлениях отражение реальных процессов во всей их сложности и ищем пространственную структуру самой материи. В этом случае необходимо признать, что сложные процессы не сводятся нацело к механике, и что мы имеем перед собой возникновение новых качеств. Необходимо признать, что реальная материя богаче содержанием, нежели наши схематические представления о ней, и что сложный процесс представляет собою реальность («качественную определенность» по Гегелю), не тождественную с суммой реальностей своих частей.

Так атом представляет собою новое качество по сравнению с составляющими его электронами; клетка—новое качество по сравнению с составляющими ее атомами; организм—по сравнению с клетками, из которых он построен, и т. д. Единство электронов, атомов, клеток в сложных процессах есть не логическое только, но вполне объективное, независимое от нашего представления, реальное единство, и это единство является базисом возникновения новых своеобразных явлений, которые помимо этого не могли бы возникнуть. Только в такой связи мы можем преодолеть односторонность механистических представлений, которые, однако, сохраняют свое значение и свою ценность, и понять диалектическое развитие природы, идущее от наиболее простого к наиболее сложному.

Отсюда следует также, что только на основе диалектики возможно правильное применение механистических концепций к изучению действительности, и что только диалектика предохраняет указанные механистические концепции от вырождения до роли простых вспомогательных представлений.

III

С вопросами о значении механистических концепций и о применении механических моделей тесно связан вопрос, с кем из естествоиспытателей мы должны идти, кого из них поддерживать, чьи работы пропагандировать и с кем, наоборот, бороться. К этому вопросу мы теперь и перейдем.

Как указывали Энгельс и Ленин, выдающиеся естествоиспытатели в своих работах весьма часто фактически применяют те или иные диалектические приемы; но, конечно, мы не найдем

у них последовательного и сознательного применения диалектического метода. Вопрос заключается в том: существует ли ясный и характерный признак,—своего рода лакмусова бумажка, который позволял бы оценить позицию того или иного естествоиспытателя. Можно утверждать, что такого рода признак существует. Вопрос о познаваемости материи является, по нашему мнению, той лакмусовой бумажкой, которая позволяет определить, созвучно ли нам мировоззрение того или иного естествоиспытателя, или же органически враждебно. Таким образом, при оценке взглядов естествоиспытателей нельзя ограничиться только лишь признанием независимого, объективного бытия материи, но необходимо со всей остротой поставить вопрос о познаваемости материи. Часто принимают, что учение о физическом строении материи не имеет никакого отношения к философскому вопросу о материализме; если естествоиспытатель признает бытие материи вне нашего сознания и ее первичность по отношению к духу, то его уже склонны рассматривать, как материалиста. Однако, это не так; необходимо еще признать, что материя насквозь познаваема, что она во всех деталях принципиально доступна чувствам или утончающим и заменяющим органы чувств физическим инструментам. Непознаваемая внешняя реальность есть совершенно другая «философская категория» и ведет к мировоззрению, которое никак нельзя назвать материализмом. Энгельс указывает, что бесконечная сложность материи не противоречит ее принципиальной познаваемости, так как процесс познания носит характер асимптотического приближения к объективному пределу. [1] И очевидно, что тот, кто не принимает тезиса о познаваемости материи, вовсе не является материалистом, но агностиком или же кантианцем.

Характерные черты подобного агностицизма мы находим в философской статье Густава Ми—«Проблема материи», перевод которой помещен в № 1 «Под Знаменем Марксизма» за 1927 г.

Статья Ми построена на противопоставлении двух субстанций: материи и эфира; Ми противопоставляет материю и эфир не только как две субстанции, обладающие различным физическим строением и различными свойствами, но как познаваемую

[1] «Архив Маркса и Энгельса», т. II, стр. 151.

и не познаваемую субстанции. Такое противопоставление у Ми имеет, следовательно, не только физический, но и философский характер.

Ми признает, что обычная материя, из которой состоят тела,—т.-е. молекулы, атомы, электроны,—вполне познаваема, и учение об ее физическом строении в современной физике уже не играет роли гипотезы. «Мы достаточно ясно видим,—говорит Ми,—как тонкая атомная структура материи может быть предметом экспериментального исследования».

Совсем другое—эфир. «Эфир в противоположность материи не может сам по себе быть воспринятым: мы не можем ухватиться за него, не можем наполнить им сосуд, так как он в полном смысле слова однороден и не обладает никакими неоднородностями, поддающимися различению».

Ми предпочитает называть эфир пустым пространством; однако, он признает, что «пустота» является средой, в которой протекают физические явления, и постольку «пустота» есть физическая реальность или субстанция. «В этом смысле в последнее время мы снова в теоретической физике называем пустоту эфиром»,—говорит Ми. Но, как бы эту среду ни называть—пустотой или эфиром, она принципиально непознаваема в своей сущности, принципиально недоступна чувствам, так как она абсолютно однородна; в ней, согласно Ми, невозможны никакие пространственные различения неоднородности, без сомнения необходимые для чувственного восприятия и экспериментального обнаружения частей материи.

«Итак,—говорит Ми,—эфир есть субстанция, которая остается для нас всегда недоступной, поскольку мы не можем ощущать, воспринимать ее, подвергнуть ее прямому, непосредственному исследованию». Эфир мы можем познать, согласно Ми, только косвенно и лишь постольку, поскольку некоторые явления в эфире связаны с явлениями, происходящими в материальных телах.

Какая же из этих двух субстанций является первичной, доминирующей? Ми дает вполне определенный ответ: первичной, определяющей субстанцией является именно непознаваемая субстанция, «пустота» или эфир. Материальные тела вовсе не могут сообщать какого-либо движения эфиру; наоборот, эфир

определяет все те явления, которые происходят в материальных телах.

«В явления, которые мы определяем в узком смысле слова как материальные, постоянно врываются действия и процессы, которые имеют свое пребывание только в пустом пространстве между атомами и материальными телами». И далее Ми утверждает, что атомы и электроны суть только особые точки в эфире, и что их движения всецело определяются эфиром.

Познавать материю, согласно Ми,—значит познавать явления, происходящие на поверхности действительности, познавать вторичные, результирующие явления. Все же первичные явления и законы, и самый источник, порождающий явления, заключен в непознаваемой субстанции—«пустоте» или эфире. На этом основании Ми решительно осуждает метод построения механических моделей или «чувственных представлений» в эфирной физике. «Чувственные представления» можно иметь только о вторичных, второстепенных явлениях; механические концепции несостоятельны, согласно Ми, потому, что источник всех явлений коренится в непознаваемом. Абсолютная пространственная однородность эфира служит принципиально непреодолимым препятствием для применения каких-либо «чувственных», т.-е. наглядных представлений по отношению к процессам, происходящим в эфире, например, по отношению к электромагнитным волнам. Отсюда вполне логически вытекает признание символико-математического описания явлений единственным или во всяком случае господствующим методом в физике.

«В этой субстанции» (т.-е. в эфире. И. О.) мы можем себе мыслить многообразие всех явлений подчиненным немногим простым математическим законам, из которых можно получить необычайно богатые содержанием следствия». Так как «пустота» остается принципиально недоступной чувствам, то самое большее, что можно сделать, согласно Ми,—это выразить посредством математических уравнений связь между явлениями, происходящими в «пустоте» и в материальных телах.

Ми утверждает, что развиваемая им точка зрения есть самый доподлинный материализм,

«Если мы слово «материя» будем употреблять в несколько более общем смысле, чем это обыкновенно делается в физике,

и будем понимать под материей, в противоположность духу, всякую субстанцию, имеющую протяжение, то на место старого атома становится новая материя, а именно эфир, и физика остается насквозь материалистичной, как того требуют ее строение и неизменные методы: это значит, что она знает только пространственные явления и протяженные, а не духовные субстанции».

После всех предшествовавших замечаний мы вправе сказать, наоборот, что физика, в том виде, в каком ее обрисовывает Ми, явилась бы насквозь проникнутой агностицизмом. Согласно диалектическому материализму, внутренняя сущность вещи тождественна с ее внешними обнаружениями, и вещь, «принципиально недоступная чувствам», есть просто лишенная всяких свойств абстракция. Отюда мы видим также, что при обсуждении вопроса о материи, как философской категории, нельзя вовсе скидывать со счетов учение о физическом строении материи. Конечно, то или иное конкретное строение материи может быть безразличным при обсуждении принципиального философского вопроса; но если высказывают утверждение, что протяженная субстанция не имеет никакого строения, что она абсолютно однородна, то такое «физическое» учение приводит к переходу также в другую «философскую» категорию.

Прослыть «грубым механистом» в глазах буржуазных ученых весьма не трудно. Для этого достаточно, собственно, одного лишь тезиса о полной принципиальной познаваемости материи. Если диалектический материалист утверждает, что эфир, как объект философской категории, также есть материя, то это имеет существенно иной смысл, нежели утверждение Ми. Признавая эфир материей, диалектический материалист утверждает тем самым, что эфир имеет тонкую пространственную структуру, точно так же доступную эксперименту, как и структура атома. Но такое утверждение навсегда отобьет охоту у естествоиспытателей типа Ми разговаривать с вами. Вы—«грубый механист»—уже тем, что хотите отнять у него его «тайну», его «непознаваемое».

Агностицизм является весьма сильным и модным течением в современной физике. Течения в науке, подобные так наз. «новой квантовой механике», без сомнения, с философской

стороны можно характеризовать как «агностицизм, прикрытый уравнениями». В виду этого, особо важное значение приобретает в качестве «лакмусовой бумажки» тезис о познаваемости материи. Однако, необходимо сделать все выводы из этого тезиса.

Материя познаваема методами физико-химического исследования, она доступна чувствам, вооруженным специальными инструментами. Такими способами мы познаем не что иное, как пространственную структуру материи. Но пространственная структура всегда «чувственно наглядна», потому что пространственные отношения «наглядны»; конечное основание этого, без сомнения, находится в том, что наш мозг в достаточной степени приспособился к наиболее общим свойствам материи, какими являются пространственные отношения. Отсюда следует, что мы познаем материю именно в «наглядных картинах» и «механических моделях». Бесспорно, что познанием пространственной структуры материи отнюдь не исчерпывается познание материи,—это вопрос другой,—но во всяком случае наглядные представления и модели являются неизбежным моментом в процессе познания материи.

Если не нравится выражение «механические модели», вместо этого можно говорить: «поддающиеся пространственному различению неоднородности материи»,—по существу это имеет то же самое значение. Что такое пространственные «модели»?—Это молекулы, атомы, электроны; это представления о конфигурациях звездных и планетных систем и т. п., — словом, это копии действительных вещей, пусть грубые, приближенные, несовершенные копии, но все же в некотором приближении дающие отчет о «сущности» вещей. Поэтому иметь «чувственно-наглядное» представление, скажем, о планетной системе или же об атоме вовсе не плохо.

Следующий вывод будет заключаться в том, что применение указанного метода изучения пространственной структуры в применении к эфиру и к процессам, происходящим в нем (волны, натяжения, вихри и т. п.), является прогрессивным, а отрицание его—несомненно реакционным.

Истина механистического мировоззрения заключается именно в познаваемости материи, ее тонкой пространственной структуры. Отсюда следует, что диалектическая критика «механистов»

не должна быть чрезмерной; отмечая односторонность механических концепций, необходимо сохранить метод изучения пространственной структуры материи. В настоящее время, когда агностицизм становится весьма сильным и влиятельным течением в буржуазной науке, тем более необходимо поддерживать и пропагандировать работы таких естествоиспытателей, которые не только развивают структурные теории в противовес формальному описанию, но дерзают применять их также и к эфиру.

IV

В заключение рассмотрим вопрос о возможности перенесения отдельных методов и приемов исследования из одной группы наук в другую, например, из естествознания в общественные науки, или наоборот.

Диалектика представляет собою единый метод, который охватывает все науки, так как во всякой области действительности господствуют те же самые законы диалектического развития. Таким образом создается единство философских предпосылок, вполне определенный единообразный марксистский подход к предмету, единство общих методологических приемов, которое охватывает все области знания. Это, однако, не исключает того, что специальные приемы исследования могут весьма значительно различаться между собою в различных науках; при проведении диалектического метода должно быть принято во внимание, что предмет каждой науки имеет свои специфические особенности, и что эти специфические черты не должны быть «смазаны». Единство метода должно состоять в том, чтобы открывать в вещах законы диалектики, проявляющиеся каждый раз в особых специфических формах. Таким образом единство метода не исключает специальных различий, но предполагает их. Отсюда следует, что к перенесению приемов работы из одной области в другую надо относиться с сугубой осторожностью. Во имя единства метода нельзя прибегать к перенесению приемов, основываясь на более или менее поверхностных аналогиях; такое проведение единства метода явилось бы грубым упрощенством. Диалектический метод должен, наоборот, изощрять глаз исследователя по отношению к особенностям его материала.

Всем известно, что приемы исследования, вполне уместные в той или иной области естествознания, приводят к полной

нелепости, если их применить, рассуждая по аналогии, к изучению развития общества. Применять к обществу законы механики, биологии или рефлексологии — значит в корне неверно ставить вопрос. Такие попытки всеми осуждены. Но должны быть осуждены также и обратные попытки — безоговорочное применение к естествознанию тех или иных результатов, полученных при исследовании развития общества. Если об отношениях между индивидом и классом общества нельзя судить по аналогии с отношением клетки и организма, то не менее неудачным приемом будет рассматривать отношение клетки и организма по аналогии с общественными отношениями. Если отношение между членами кооперации нельзя рассматривать по аналогии с отношением молекул в каком-нибудь физическом процессе, то не менее вредной или по крайней мере никчемной будет и обратная аналогия. Такого рода приемы, конечно, не должны иметь места.

Отметим наиболее важные специфические особенности в методологии естественных наук. Такими особенностями являются безусловная необходимость сведения сложного к простому и важное значение изучения механического движения.

Во многих областях естествознания можно с полной определенностью доказать, что новые качественные определенности в процессе развития материи возникают именно вследствие определенных механических перемещений. Имея возможность искусственно воспроизводить необходимые механические перемещения материи и энергии, в результате мы добиваемся возникновения новых «качеств». В естествознании мы можем экспериментально регулировать процессы возникновения и изменения качеств посредством регулирования пространственно-временных условий этих качеств.

Все прикладное естествознание разрешает, в сущности, следующую задачу: как получить нужные нам вещи (качества) путем перемещений материи и энергии в пространстве. Перемещения материи и энергии—вот тот способ обработки материала, который нам доступен в лабораторной обстановке и в промышленности. Сущность промышленной деятельности заключается в том, что искусственно создаются пространственно-временные условия, при которых возникают нужные нам «качества»,

являющиеся целью промышленных процессов. Поэтому в целом ряде отделов естествознания внимание исследователей сосредоточивается именно на изучении пространственной структуры материи и пространственных движений. С этим же тесно связан вопрос о сведении сложного к простому, о разложении сложных комплексов движений на их компоненты. Здесь также необходима осторожность, при чем необходимо иметь в виду, что попытки безудержного «сведения» к наиболее простому, не сопровождаемые процессом синтеза сложного из простого, не имеют никакого значения в науке. По своей сущности сведение сложного к простому есть только другая сторона синтеза сложного из простого. Если мы можем приготовить, «синтезировать» нужное нам «качество» посредством простых манипуляций, то, следовательно, мы может утверждать, что «качество» сведено к движению; в противном случае о сведении говорить бесполезно. Следовательно, «сведение» в этом смысле есть не чисто формальный, но вполне реальный процесс.

Свести белок к простым химическим реакциям—значит искусственно приготовить белок, и помимо такого синтеза нет никакого сведения белка к простому. Свести световые явления к электромагнитным—значит не только в теории построить электромагнитные волны, аналогичные световым колебаниям, но и осуществить их на практике. Таким образом, возможность практического и теоретического синтезов является естественной мерой сводимости сложного к простому в естествознании.

Рассматривая развитие природы и общества как ступени единого диалектического процесса и переходя от простых явлений к более сложным, мы довольно быстро приходим в те области, где применение механистических приемов становится уже бесполезным. В самом деле, каждое событие высшего порядка может иметь бесчисленное количество механических версий, т.-е. может быть осуществлено многими способами. Заменяя одни молекулы или атомы другими того же рода, заменяя одни механические движения другими, мы нисколько не изменяем «качества» самого события. Отсюда следует, что изучение данной определенной механической версии, посредством которой событие фактически осуществилось, может быть бессмысленным и бесцельным и нисколько не приближать нас к познанию

сущности данного события.[1] Но во всяком случае при изучении отдельных ступеней диалектического процесса должно быть в полной мере принято во внимание своеобразие, специфический характер каждой изучаемой области. Диалектический метод должен каждый раз применяться к конкретным особенностям изучаемого материала; должно быть создано наиболее гибкое применение метода, обеспечивающее наибольший успех в деле исследования.

---

[1] Об этом см. нашу статью «Механика и диалектика в естествознании» в № 2 «Диалектики в природе».

А. К. Тимирязев

Несколько замечаний по поводу статьи проф. Г. А. Харазова «К методологии математических наук»

Статья тов. Харазова представляет большой интерес с точки зрения чисто методологической. Если мы присмотримся к истории точных наук, то нас прежде всего поразит картина постепенного упрощения методов доказательства. Если бы мы теперь вздумали выводить величину центростремительного ускорения тем способом, каким это делал один из основателей современной механики—Христиан Гейгенс, то на это потребовалось бы даже от опытного профессора минимум пять двухчасовых лекций! Точно так же, если бы нам необходимо было при изучении основ механики идти по тому пути, по которому шел великий Ньютон, то это потребовало бы столько времени и труда, что надолго приостановило бы возможность начинающему самому приступить к новой исследовательской работе. Процесс постепенного упрощения доказательств идет в науке стихийно. Если бы этого процесса не было, всякое движение вперед неминуемо должно было бы приостановиться, так как каждому новому поколению предстояло бы, прежде чем двигаться вперед. одолевать все больший и больший материал и затрачивать на это немногим меньше времени, чем сколько его было затрачено на открытие и доказательство этих великих истин.

Поэтому мы должны приветствовать всякую систематическую попытку сознательного движения по пути упрощения доказательств, не нарушая при этом, конечно, их строгости, как это и имеет место в статье тов. Харазова.

Тов. Харазов ставит вопрос ребром. Всякое математическое доказательство становится проще и понятнее, когда оно тесно

связано с той практической задачей из области геометрии, механики или физики, к которой прилагается математика. Другими словами, когда математик не упускает из виду той живой действительности, того «бытия», которое изучается с помощью его исследовательского оружия; тогда и только тогда это самое оружие—этот математический «инструмент», которым он работает, становится наиболее «прилаженным» к производимой им работе.

Теория поворотов дает возможность представить в очень простой и изящной форме ряд сложнейших теорем механики. Особенно просто получается знаменитая теорема Кориолиса, которая тов. Харазовым доказывается буквально одним росчерком пера. В обычных и даже очень хороших руководствах эта теорема очень сложна, и доказательства отличаются длиной и малой наглядностью.

Переработка математических доказательств этим путем представляет, я бы сказал, злободневный интерес в условиях нашей советской действительности. Если в рамках капиталистического общества, где известная избранная часть человечества могла посвящать 10—15 лет жизни на подготовку к научной работе и не участвовала в течение этого срока непосредственно в производственном процессе, вопрос о сокращении времени усвоения всего наследства, оставшегося от прошлых веков, не представлялся столь необходимым, то теперь, когда наука должна идти навстречу широким массам трудящихся, которые не могут надолго отрываться от производства, всякое устранение препятствий, задерживающих темп усвоения науки, приобретает первостепенное значение.

Мы полагаем, что на эту сторону должно быть обращено в наше время максимальное внимание преподавателей всех типов, начиная от профессора ВУЗа и кончая учителем первой ступени.

Вот те соображения, которые заставляют нас подумать о необходимости сознательно двинуть вперед и ускорить тот процесс, без которого, как мы уже говорили, заглохла бы всякая научная мысль, подавленная необходимостью, прежде чем приступить к творческой работе, усвоивать все, что сделано человечеством за многие века, в трудно доступной форме.

Не менее важным является и основной методологический вывод. Если мы найдем простое и понятное доказательство, столь же строгое, как и то, которое было выдвинуто несколько десятилетий, а, может быть, и столетий тому назад, но требующее гораздо меньше труда для его усвоения, то не доказывается ли этим, что мы только теперь нашли наиболее правильный метод, [1] конечно, в том смысле, что при существующем уровне нашей науки это наиболее подходящий метод. В дальнейшем, при усовершенствовании нашей науки, и процесс упрощения должен пойти еще дальше. Диалектик не может ставить каких бы то ни было абсолютных граней.

---

[1] Здесь сама живая человеческая практика дает нам лучшее доказательство того, что мы на правильном пути. Вот почему остается только пожелать, чтобы тов. Харазов продолжал в том же направлении свою работу и показал, как можно упростить основные математические операции в исчислении векторов.

Г. А. Харазов

К методологии математических наук

Памяти К. А. Тимирязева

Если справедливо, что бытием определяется мышление, а не наоборот,—а это справедливо,—то, в применении к математическим дисциплинам, это значит, что правильное развитие Математики требует максимального приспособления ее методов к особенностям бытия, которые раскрываются при подходе к бытию с математическими запросами, т.-е. в Механике, в крайнем случае—в Геометрии. А не наоборот! т.-е. ни в каком случае не Механике надлежит приспособляться к придуманным «из головы» методам Математики, оторванной от бытия.

Между тем,—как обстоит дело в действительной истории? Нам дано, пожалуй, в большей своей части именно такое, оторванное от бытия, развитие чистой Математики. В древней Греции, скажем, где были рабы, Механика была в значительной степени ненужною (кроме военных надобностей),—и чистою Математикою занимались «для разгулки времени» благородные дилетанты (по-гречески—идиоты—частные лица, в противоположность демиургам, или общественно-обязанным ремесленникам,—см. у Платона диалог «Протагор», в котором так дословно и говорится: «ты учился не ради ремесленного применения, как будущий профессионал, а ради получения хорошего воспитания, как это и подобает идиоту и свободному гражданину»).

При таком, в те времена общественно обусловленном, подходе к Математике, она, конечно, должна была получить (и получала) характер пресловутых размышлений Кифы Мокиевича из «Мертвых душ» Гоголя: «а что, ежели бы слоны вылуплялись

из яиц,—какой толщины была бы скорлупа? и сколько бы пороху нужно в пушку, чтобы эдакую скорлупу да пробить»?

«Что, если конус пересечь плоскостью,—какое сечение получится? А если еще в конус вписать шар,—в какой точке он этого сечения коснется»?

Оказывалось, получится эллипс, или парабола, или гипербола; а коснется шар конического сечения в его фокусе.

Этот фокус понадобился только тогда, когда Кеплер открыл свой знаменитый закон о движении планет вокруг солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого стоит солнце.

Значит, все-таки, понадобился? Да, понадобился, потому что, все-таки, Математика была и у древних эллинов не одним только благородным баловством, как этого им желалось, а, все-таки, математикою, приспособленною к бытию; только бытие это было у них не материальным, а пустым пространством, открывавшимся в Геометрии. Большего они в бытии не искали; но зато к Геометрии-то все у них в Математике приспособлялось. Отвлеченным от пространства чисто алгебраическим выкладкам не было места, и привычка к алгебраическим операциям вырабатывалась всегда на пространственных образах. Тут достигли древние высшей степени совершенства, и этим смягчающим обстоятельством неполной оторванности от бытия объясняется то богатое математическое наследство, которое они завещали через Средние века Кеплеру.

Я напомню хотя бы поразительное доказательство Пифагоровой теоремы, данное у псевдо-Платона в диалоге «Менон» (подлинность диалога сомнительна и по форме, и по содержанию,—и мы тут смотрим на него просто, как на исторически достопримечательный документ древней письменности, интересный сам по себе, без какой-либо логической связи с другими произведениями, приписываемыми тому же самому автору; называя этого автора в последующем Платоном, мы нисколько не связываем важное для нас содержание диалога «Менон» с тем кругом идей, которые принято, часто несмотря на их очевидную противоречивость, приписывать одной определенной исторической личности—ученику Сократа—Платону).

Приведем здесь данное в «Меноне» доказательство Пифагоровой теоремы в его самой общей форме. Перед нами два

квадрата со сторонами A, B (у нашего автора и A, и B равны 2 футам).—Проблема: как построить один квадрат, равновеликий данным двум, т.-е. с площадью A^2+B^2? (См. рис. 1).

Первый ответ, который даст всякий неискушенный в Геометрии мальчик, в том, чтобы построить квадрат со стороною, равною сумме $A+B$ сторон данных двух квадратов: вместо площадей, сложить стороны. Я не думаю, чтобы это было у нашего автора простою случайностью. Ему наверное было известно, что площади так и измеряются у варварских народов—по периметру (срв. у Толстого: «Сколько человеку земли нужно?»,[1] а также и предание о Дидоне, которая купила столько земли, «сколько может покрыть воловья шкура»: она ее изрезала, мол, на тонкие ремни и получила столько, сколько связанные ремни дали охватить).

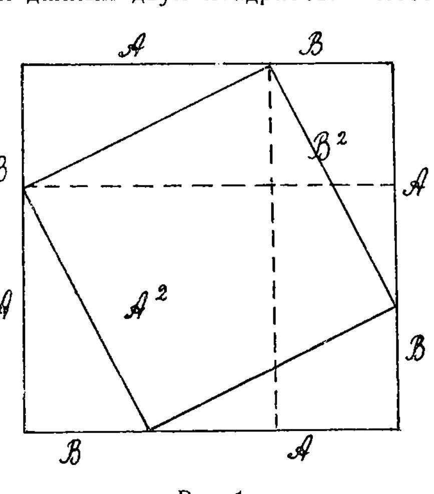


Рис. 1.

Такое неумелое измерение площадей вело, конечно, к большим недоразумениям и несправедливостям при разделе общинной земли, и, разумеется, тут экономические истоки Геометрии, как науки об «измерении земли».[2] Ясно, что все это знали все образованные люди времен Платона; так, напр., и в диалоге «Государство» предлагается, для устранения несправедливостей, давать каждому земледельцу по два участка: один—ближе к городу, другой—дальше,—по простому правилу арифметической прогрессии, при котором достигается равная затрата времени каждым на доставку продуктов в город.

---

[1] Срв. Геродот, IV, 7.

[2] О происхождении Геометрии интересный рассказ у Геродота, II, 109: фараон Сезострис роздал египтянам по одинаковому четырехугольному участку земли; но река Нил отрывала куски от участков, и появилась нужда в измерении участков неправильной формы для справедливого обложения налогом.

Эти соображения проливают свет на весь диалог «Менон» и на тот смысл, который следует придать приводимому там доказательству Пифагоровой теоремы. Менон, будто бы, поставил Сократу вопрос: «Изучима ли добродетель, или она—дар богов, или приобретается путем упражнений»? — Тут нужно заметить, что греческое слово: арэтэ неправильно переводить: «добродетель». Слово арэтэ происходит от глагола арариско — прилаживаю; след., оно означает ладность, которая есть и у коней, и у ног. «Я убежал благодаря ладности ног», — это понятно; но что значит: «я убежал благодаря добродетели ног»? — Так вот, откуда у людей ладность, приспособленность к окружающему бытию?

Сократ, как известно, отвечает: «мы знали все, но потом забыли и не заметили, как забыли. Нам все кажется, будто мы еще знаем. И когда у нас спросят, то сначала уверены, что знаем, и смело отвечаем, пока не собьемся и не станем припоминать». И в доказательство берется напомнить мальчику (т.-е. малому, т.-е. слуге, т.-е. рабу), не знающему Геометрии, теорему Пифагора.

Перед нами совершенно очевидная попытка неизвестного автора использовать идеалистическую терминологию платоновской школы для очень материалистических тезисов, выдающая с головою нашего псевдо-Платона; но мы авторством не интересуемся, а разбираем, как уже сказано выше, литературный памятник, как выразитель безыменной древней культуры.

Мысль автора ясна: когда природа ставит человеку хитрые свои вопросы, он отвечает наобум, пока, растормошенный докучливым бытием, не «вспомнит», т.-е. не приспособит прирожденных своих качеств к жестокой родительнице — «акушерке мысли». Автор разоблачается, как убежденный гераклитовец, демонстрирующий нам, как это природа вынудила человека к тому, чтобы он «вспомнил» Геометрию. [1]

Теперь понятно, почему мальчик наобум отвечает сначала: сложить стороны,—так именно люди сначала и отвечали, пока не «вспомнили», что это не так. Сократ проверяет, показывает, что получилось больше на два прямоугольника со сторонами

[1] Срв. цитаты из «Капитала» Маркса, в конце этой статьи.

A, *B*, или на четыре прямоугольных треугольника с катетами *A*, *B*. Получилось,—в том численном примере, который приведен у нашего автора,—не 8, а 16.

Мальчик сначала озадачен; но как только Сократ добродушно замечает ему: конечно, два фута на сторону—это мало, а четырех, видишь, много,—то он тотчас опять самоуверенно заявляет, что 3 фута—решает задачу. И только когда Сократ вторично проверяет и обнаруживает, что получилось 9, а не 8,—ближе к 8, чем 16, но все еще не 8,—он окончательно умолкает, признается, что забыл.

Здесь опять, пожалуй, намек на способ приближенных решений, или способ пределов, как он практиковался у древних при вычислении площади круга, путем вписанных и описанных многоугольников.[1] Грекам было известно, что сторона квадрата с площадью 8—число несоизмеримое с единицею, что и выражается в том, что мальчик запнулся,—таким путем точного решения не получишь никогда.

Тут Сократ и предлагает мальчику: а, ведь, у нас как раз 4 угла в квадрате,—и 4 же лишних прямоугольных △-ка,—дай-ка, срежем при каждом угле по одному △-ку—в середине, и получится нужный нам квадрат, построенный на гипотенузе прямоугольного △-ка с катетами *A*, *B*. Не так ли?—Мальчик, уже как настоящий учитель,—одобряет Сократа: «ну, конечно же, Сократ»! Он вспомнил.

Совершенно справедливо Шопенгауэр видит в разобранном доказательстве торжество созерцания, т.-е., прибавим от себя,—непосредственного, неопосредствованного рассудочными вычислениями, приспособления сознания к бытию.

Это и было задачею нашего автора: показать, как ладность вырабатывается на практике. Это и было идеалом у древних греков: понимание математики на геометрических, видимых, осязательных образцах. Числом было то,—но и все то, что можно было геометрически построить. Корень квадратный из 8, несоизмеримый с 1,—это было число,—потому что ему соответствовала сторона квадрата с площадью в 8 единиц, которую, по теореме Пифагора,

[1] Значительно позже Платона, при Архимеде.

можно было построить на диагонали прямоугольного △-ка с катетами 2,2.

Так оно по существу и осталось до наших дней. Но, все-таки, идеалистические замашки приспособления бытия к сознанию, укоренившиеся в математике благодаря ее длительной исторической оторванности от настоящей практики,—от механики,—привели мало-по-малу к тому, что и в наши дни часто еще, вместо разобранного выше, угощают молодежь доказательством, известным ей под шутливою кличкою «Пифагоровых штанов»,—когда на катетах и на гипотенузе строят в отдельности наружу три квадрата и затем, при посредстве целого вороха вспомогательных прямых, пытаются, путем чисто головных преобразований, дойти до вывода, который, конечно, получается логически безукоризненный, но созерцательно-то вовсе не доказательный.

И тут, по аналогии, вспоминается еще другая теорема—Вариньона, целиком принадлежащая к области Механики, а не Геометрии,—насчет равенства момента равнодействующей сумме моментов составляющих. Остановимся и на ней на минутку, потому что очень поучительно ее разобрать и убедиться в том, что и с нею повторяется та же история, что и с теоремою Пифагора, древнее наглядное доказательство которой, как мы видели, утерялось со временем.

Что такое момент силы относительно некоторой точки? Можно его определить чисто головным путем, как «произведение из величины силы на длину перпендикуляра, опущенного из взятой точки на линию действия силы». Тут нет геометрического субстрата, между тем как это, на самом деле, площадь параллелограмма с вершиною в точке, и основанием которому служит вектор силы.

Для обычного доказательства теоремы Вариньона приходится три перпендикуляра опустить на 2 составляющие и на равнодействующую и потом вычислить. Чертеж получается совсем запутанный. Вводят вспомогательную ось, на которую все проектируют,—это проще,—но тоже, какой опять ворох вспомогательных линий! И сколько еще алгебраических выкладок, пока придут к выводу. Второе издание Пифагоровых штанов,—нельзя сказать, чтобы улучшенное.. Отсылаем читателя к какому-нибудь курсу Механики,—хотя бы Жуковского.

А все того ради, что мы любим возиться с числами, не спрашиваясь, что, собственно, они выражают? К чему простой геометрический образ момента (см. черт. 2), площадь, преобразовывать в произведение двух чисел, тогда как площадь — это просто площадь?

Моменты составляющих сил $\overline{p_1}, \overline{p_2}$ (рис. 3) — две такие площади, момент равнодействующей — одна такая площадь, и мы видим, что и здесь, как и в теореме Пифагора, проблема состоит в том, чтобы из двух данных площадей построить одну заданную. И здесь, разумеется, чистое созерцание, помимо всяких вычислений, приводит к решению, — здесь это даже гораздо легче.

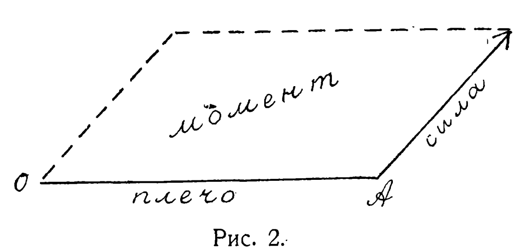


Рис. 2.

Прежде всего, на плече, т.-е. на прямой, проведенной от данной точки O к точке A приложения сил, и на каждой составляющей построим, как на сторонах, два параллелограмма, — моменты составляющих, — которые, имея в плече общую сторону, переналагаются один на другой, что затрудняет их сложение.

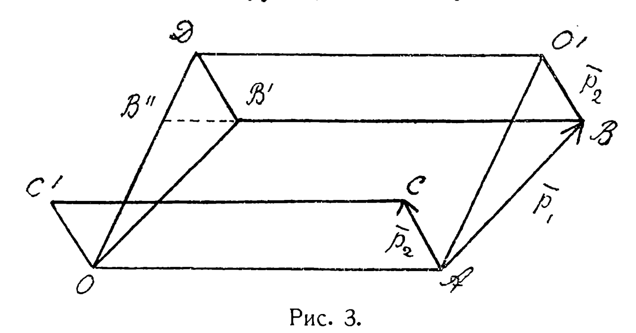


Рис. 3.

Но ничто не мешает нам передвинуть один из паллелограммов параллельно так, чтобы он лег рядком с другим. Передвинем же параллелограмм $OACC'$ в положение $BB'DO'$. Теперь получили сплошную площадь, — но не параллелограмма, а с зубчиком — с одной стороны и с ущербом — с другой. Если мысленно срежем зубчик ABO', то он как раз заполнит ущерб $OB'D$, и тогда

перед нами—равновеликая площадь параллелограмма $OAO'D$, построенного все на том же плече: но его другою стороною будет именно вектор AO', которому и дадим название равнодействующего данных двух векторов, потому что его момент один заменяет два данных.

Теорема Вариньона теперь не только доказана—простым созерцанием, без каких-либо вспомогательных линий, без помощи чисел, вводимых рассудочным путем и столь любезных нашему сердцу,—особенно, если каждое из них, в свою очередь,—произведение из двух чисел; но теорема Вариньона теперь только разъяснена в своем значении для истории Механики.

Ведь, и в самом деле: понятие момента, восходящее еще к Архимеду, старше понятия равнодействующей, хотя мы это буквально забыли. Теорема Вариньона, как она здесь доказана, выявляет с несомненною очевидностью, что методом, изложенным еще в «Меноне», еще Архимед мог бы из своего закона рычага немедленно извлечь закон геометрического сложения векторов, продемонстрированный впервые, кажется, Галилеем на скоростях движущегося теле.

От Архимеда до Вариньона около полуторы тысячи лет. Прошло полторы тысячи лет, пока упрямый мальчик понял, что начертал ему Сократ в образе двух гирь, привешенных к концам рычага,—понял, что нечего бояться складывать силы геометрически, потому что это не изменяет данного момента сил, приложенных к телу.

Теперь, кажется, мы достаточно ясно и убедительно выразили нашу основную мысль: историческое развитие науки совершается зигзагами, а критика науки состоит в том, чтобы выравнивать эти зигзаги, исходя из идеи покорного приспособления сознания к бытию.

Разумеется, при этом нельзя ограничиваться одними геометрическими построениями, как бы наглядны они ни были,—неизбежно пользование алгеброю, числами. Но и в этом отношении позволим себе обратить внимание читателя на одно весьма важное обстоятельство.

Первое, с чем в Механике сталкиваешься,—это только что упомянутое так называемое геометрическое, или векториальное сложение сил,—вообще, прямых отрезков, векторов.

Очевидно, бытие,—во-первых, геометрическое, во-вторых, динамическое,—построено на таком законе сложения, и если Математика—истинное отражение бытия, то, казалось бы, ей именно этот закон бытия надлежит прежде всего и усвоить. Числа—так числа; но вы видите, какими они должны быть для того, чтобы полностью отражать бытие?

Но тут и получается, что та самая Математика, которая так охотно уходит от созерцания в чисто умственную область чисел, которая может гордиться не то, что векторами, а «идеальными числами» Куммера,—вдруг, как только дело заходит не об отвлеченной Теории Чисел, а о важнейшем, казалось бы,—о Механике,—упорно тщится понимать под числом только первые шаги человечества по пути счета. Она не хочет вспомнить, она уверена, что не забыла. Для уяснения себе такого закономерного явления, как сложение сил, проектируют силы на какую-нибудь прямую ось и убеждаются, что само по себе непонятное геометрическое сложение переходит всякий раз на оси в уже усвоенное и потому понятное алгебраическое. В этом еще не было бы особенного греха,—всякое новое познание усвоивается по аналогии со старым. Но дело в том, что возникает интересный философский и практически важный вопрос: а единственно ли это мыслимый закон сложения сил?

Еще Бернулли ломал себе над этим голову: если уж не алгебраическое, то почему непременно геометрическое? И он придумал свое доказательство, которое до сих пор фигурирует, так или иначе переделанное, в курсах Механики (и у нас, у Жуковского). Доказательство—не полностью убедительное: по соображениям симметрии, предполагается, что равнодействующая двух равновеликих сил падает в направление бисектра внутреннего угла, ими образуемого, на что Мах еще совсем недавно (сравнительно с эпохою Бернулли) возражал, что такое предположение произвольно: симметрия симметриею, а сумма двух векторов падает, может быть, в пространство угла внешнего?

И оказывается наша Теоретическая Механика в неловком положении: вся пропитана Математикою, а с основным своим положением не умеет справиться, не в состоянии разобраться, единственное ли оно допустимое или нет? А все потому, что

к Механике подходят, правда, с огромным математическим багажом, но с заранее готовым,—чем, исходя из ее собственных проблем, развивать и соответствующие приемы доказательств. Иначе не могло бы получиться такого казуса, чтобы во всеоружии математического анализа растеряться перед простым принципом геометрического сложения.

Я покажу, как он, действительно, прост, этот принцип, и к каким богатым побочным результатам ведет, в области чисто математического мышления, его выяснение. Многое из того, что было произвольно выведено отвлеченным способом, окажется, будучи оплодотворено соприкосновением с реальностью, осязательно понятным.

Во избежание каких-либо недоразумений, я заранее оговариваюсь: ничего радикально нового у меня при доказательстве принципа геометрического сложения не получится, нам предстоит не творческая, но критическая работа,—несколько иное расположение и освещение исторически давно нагроможденного материала.

И раз уж мы взялись за критику, то придется нам принять к руководству ее давно испытанное правило,—прекрасно формулированное Декартом, которому мы здесь дадим следующее простое выражение: надо притвориться, будто ничего не знаешь, и строить сызнова и притом как можно проще. Одним словом, станем хоть на время мальчиками, по псевдо-Платону,— это не беда, если наша критическая работа будет, к тому же, и педагогическою.

Ну, так вот: согласен ты, мальчик, что в изотропном пространстве два вектора, в какой бы точке их ни взять, должны складываться по одному и тому же правилу, зависящему исключительно от их величины и от угла между ними?—Согласен.— Допускаешь, в частности, что если их оба повернуть на один и тот же угол, то и сумма их, определить которую мы еще не умеем, во всяком случае, повернется на тот же угол, ни в чем другом не изменяясь?—Допускаю.—В таком случае, я докажу тебе, что геометрическое сложение векторов—единственно возможное.

Прежде всего, выражу мысль о безразличности поворота для правила сложения векторов математически, т.-е. облеку ее

в привычные формы правила, известного из элементарной арифметики. Там говорилось: если помножить два слагаемые на одно и то же число, то и сумма помножится на то же самое число. Это—знаменитый дистрибутивный закон. И тут, оказывается, то же самое, по существу.

Если повернуть слагаемые на один и тот же угол, то и сумма повернется на тот же угол. След., целесообразно представлять поворот вектора в виде множителя, приписываемого к вектору и выходящего, при сложении векторов, за скобки. Это даже все знают, в простейших случаях.

Я не говорю уже о множителе 1, о котором всякий сообразит, что это поворот на 360 (или 720 и т. д.) градусов. Но и —1 явно выражает поворот на 180 (и 540 и т. д. градусов), сообразно чему алгебраическое равенство: $(-1)^2 = 1$ приобретает след. геометрический смысл: «два последовательные поворота на 180^0 равны одному повороту на 360^0, так как они возвращают всякий вектор в исходное положение».

Эти первые шаги в теории поворотов каждый уже делал, сам того и не зная, и мы теперь чуть-чуть углубим тему, поставив вопрос о повороте на 90^0, или на прямой угол в данной плоскости.

Если обозначим множитель такого поворота символом k, то его вторая, третья, четвертая степени—должны выражать повороты на 180, 270, 360^0, откуда следует, что $k^2 = -1$, $k^3 = -k$, или k — так называемая «мнимая» единица.

Действительно, степени мнимой единицы передают все особенности поворотов на два, три, четыре... прямых угла во всех их взаимоотношениях. Так, поворот на три прямых угла равен в то же время повороту на полуокружность да еще на прямой угол,—что алгебраически и передается равенством: $k^3 = k^2 . k = (-1) . k = -k$.

Кроме того, из основного ур-ия, определяющего наш множитель k, т.-е. из ур-ия: $k^2 = -1$, следует, если разделим обе части на $-k$:

$$-k = 1/k,$$

т.-е. k — поворот на прямой угол, а $1/k$ — обратный поворот на тот же угол — сообразно чему поворот на 270^0 и равен одному повороту на прямой угол, но в обратном смысле.

Остается только условиться, в каком смысле поворот на прямой угол считать положительным, а в каком—отрицательным. Это совершенно безразлично, лишь бы потом везде строго держаться принятого условия. Для простоты мы полагаем, что k — это поворот на 90°, положительный в тригонометрическом смысле, т.-е. обратный движению часовой стрелки; в таком случае, у нас везде —k означает поворот на 90° по часовой стрелке.

Теперь коротенькая историческая справка о символе k. Честь геометрического истолкования корня кв. из минус единицы принадлежит великому Гауссу, обозначившему этот корень буквою i — от латинского слова имагинариус — мнимый. Задачею Гаусса было — сделать мнимо-комплексные числа наглядными в древне-эллинском духе, — вот, он и показал, что если принять в плоскости единицу вправо за 1, а вперед — за i, то мнимо-комплексное число $x+iy$ может быть дано точкою с координатами (x, y). Основанная таким образом теория мнимо-комплексных чисел исходит из ранее известного понятия мнимо-комплексного числа, оно ищет в геометрии способа иллюстрации алгебраических данных. Она получила распространение и вошла в курсы элементарной Алгебры. Ее недостаток: мнимо-комплексному числу приурочивается точка плоскости при данном начале декартовых координат, а не отношение между двумя векторами, независимо от какого бы то ни было начала и какой бы то ни было системы координат. Ее можно назвать метафизическою, поскольку она дает корень из минус единицы не в движении, а в состоянии покоя,—как направление так наз. «мнимой оси», в отличие от оси «действительной».

Диалектическое толкование получил корень из минус единицы в знаменитой теории так называемых «кватернионов» великого Гамильтона, которому и принадлежит, по существу, излагаемая здесь теория поворотов. Гамильтон обобщил мнимо-комплексные числа Гаусса от случая одной плоскости на все трехмерное пространство. Он доказал, что каждой плоскости в пространстве соответствует своя мнимая единица, и дал общие правила арифметических операций над обобщенными мнимо-комплексными числами, или кватернионами. Мало того,

он показал, как дифференцировать пространственные функции, и я когда-нибудь в отдельной специальной статье покажу, как, исходя из его идей, легко и элегантно получаются так называемые «расхождения» и «вихри» пространственных векторов; как формула Грина, например, оказывается аналогиею закона площади, и многое другое.

В плоскости, заключающей направления вправо и вперед, мнимая единица у Гамильтона получила обозначение k, которого мы и придерживаемся. Она выражает у Гамильтона вообще поворот на 90° в указанной плоскости, независимо от того вектора, от которого поворот исходит. Она вышла из состояния покоя, стала множителем поворота, верзором при векторе.

Кроме того, тогда как Гаусс искал в Геометрии простой иллюстрации алгебраических выводов, нам представляется у Гамильтона, обратно, исходным пространство, т.-е. бытие, а кватернионы оказываются необходимым приспособлением нашего сознания к бытию, — пространственными числами по существу, т.-е. такими числами, которые проще всего передают все независимые от нашего мышления особенности реального трехмерного пространства.

Это и выражено в нашем изложении так, что мы находим, независимо от определений алгебры, значение поворота k чисто созерцательным путем, и теперь мы сразу применим символ k, минуя алгебру, к задаче геометрической и кинематической.

1.—Найти центр однородной дуги радиуса r и при центральном угле ω? —(см. рис. 4).

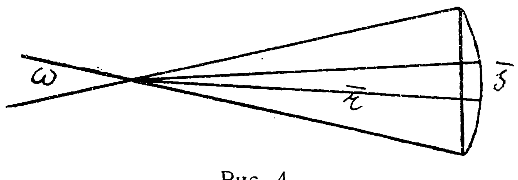


Рис. 4.

Примечание: Мы говорим «центр», а не «центр тяжести», и относим задачу к области Геометрии, а не Статики, потому что это так и есть: у каждой геометрической линии есть свой центр, играющий роль в формулировке вполне

определенных чисто геометрических теорем,—напр., теорем Гульдена о телах вращения. Там, где линия материальная, ее геометрический центр называется уже ее «центром инерции», а в поле земной тяжести, и только в поле земной тяжести, центр инерции становится центром тяжести. Если некоторые авторы, по бедности языка, не различают и не умеют различить между собою центр геометрический, центр инерции и центр тяжести, то это нам не указ.

Определяем центр, как точку, координата (векториальная) которой—средне-арифметическая из координат всех данных нам точек. Нам дано на однородной дуге n равных равноотстоящих друг от друга точек, при n бесконечно большом. Отрезок, соединяющий две соседние, можно предположить нормальным к соответствующему радиусу, а по длине равным $\frac{r\omega}{n}$; поэтому, если $\overline{r}$—радиус-вектор, проведенный к рассматриваемой точке дуги, то $\frac{k\omega\overline{r}}{n}$—векториальное выражение для соответствующего элемента $\overline{S}$ дуги. Отсюда следует;

$$\omega k\ \Sigma\frac{\overline{r}}{n} = \Sigma\ \overline{S}$$

Но $\overline{\Sigma\ S}$—это хорда $\overline{C}$, стягивающая нашу дугу. И потому для координаты $\overline{Z}$ искомого центра получается:

$$\omega k\overline{Z} = \overline{C},\ Z = \frac{\overline{C}}{k\omega},\ \text{т.-е.}$$

«Поверните хорду отрицательно на прямой угол, разделите на величину ω центрального угла, начало полученного вектора возьмите в центре O окружности,—конец его упрется в искомый центр дуги».

2.—Если $\overline{r}$—переменный радиус окружности, по которой происходит движение с постоянною угловою скоростью φ', то вектор скорости будет $k\varphi'\overline{r}$; переходя от скорости к скорости скорости, т.-е. к ускорению (в данном случае, к так называемому центростремительному), получим, по такому же правилу: $k\varphi'.\,k\varphi'\overline{r} = -\varphi'^2 r$.

Заметьте, что задачи нами решены без каких-либо алгебраических предположений о символе k,—мы во всем относительно

него ссылались исключительно на геометрическое созерцание.

А теперь перейдем к совместным арифметическим действиям над ним и обычною, или «действительною» единицею. Дан вектор $\overline{p}$,—в таком случае, $k\overline{p}$—такой же вектор, но только повернутый на 90°. А что же такое $\overline{p}+k\overline{p}$, или $(1+k)\overline{p}$? Что выражает множитель $1+k$ при некотором векторе?

Применяя тут предположительно принцип симметрии, лежащий в основе упомянутого выше доказательства Бернулли, мы можем догадываться, что перед нами вектор, идущий по биссектру угла между векторами $\overline{p}$, $k\overline{p}$, т.-е., что множитель $1+k$ тесно связан с поворотом данного вектора на 45°. В таком случае $(1+k)^2$ несущественно разнится от поворота на 90°, или от k. И в самом деле, производя указанные алгебраические операции, получим: $1+2k+k^2$, и так как $1+k^2=0$, то $(1+k)^2=2k$, откуда в точности следует, что $\pm\left(\frac{1+k}{\sqrt{2}}\right)$—множитель поворота на 45°.

Знак плюс соответствует геометрическому сложению векторов, знак минус—гипотезе Маха о равнодействующей, падающей в угол внешний; как видим, пока еще разбираемая проблема остается неопределенною.

Исходя из правила геометрического сложения, очень легко найти $\sqrt{k}$ путем геометрического построения (рис. 5). В самом деле, прибавим к данному вектору $\overline{p}$ вектор, к нему перпендикулярный и равновеликий, т.-е. $k\overline{p}$. Получим геометрическую сумму $(1+k)\overline{p}$, вектор которой образует с исходным вектором требуемый угол в 45°, но в то же время растянут, сравнительно с ним, скажем, в x раз (мы не предполагаем даже данным, что x—это $\sqrt{2}$). Повторяя ту же самую операцию с вектором $(1+k)\overline{p}$, т.-е. помножая его повторно на $1+k$,

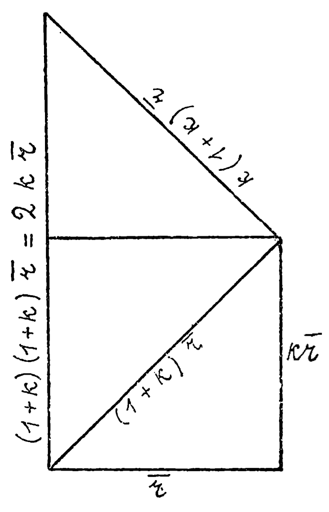


Рис. 5.

мы получим вектор $(1+k)\,(1+k)\,\overline{p}$, повернутый относительно данного на 90^0 и растянутый в x^2 раз, т.-е. получим вектор $kx^2\overline{p}$. В то же время чертеж показывает, что этот вектор равен $2k\overline{p}$, и потому $x^2=2$, $x=\pm\sqrt{2}$.

Двусмысленность полученного нами результата объясняется, м. б., тем, что пришлось извлекать квадратный корень. Рассмотрим теперь случай, когда приходится решать ур-ие степени нечетной, напр., при определении поворота на 60^0, который, трижды повторенный, дает поворот на 180^0, а потому корень ур-ия $x^3=-1$, или $x^3+1=0$. Отбрасывая решение $x=-1$, геометрическое значение которого в том, что поворот в 180^0, трижды повторенный, дает опять себя же, и решая ур-ие $x^2-x+1=0$, найдем: $x=\frac{1\pm k\sqrt{3}}{2}$. Одно из этих решений дает поворот в 60, другое—в -60^0.

Тут опять, как-будто, неопределенность, подтверждающая скептицизм Маха. Но нет, она совершенно уже другого порядка. Представим себе, в самом деле, три равновеликие вектора (рис. 6) в одной точке, образующие каждый с другим угол в 120^0. Расположение симметричное. Если повернем векторы на 120^0, то первый придет в положение второго, второй—третьего, третий—первого, и от этого их сумма, выходит, измениться неможет. Но, с другой стороны, она повернулась на 120^0. След., она равна нулю, потому что всякий вектор, отличный от нуля, изменяется при повороте на любой угол, отличный от 0 (или от 360^0). Итак, равнодействующая двух сил, равных и действующих под углом в 120^0, наверное не падает во внешний угол, ими образуемый. Где же у Маха основания к его голословному сомнению?

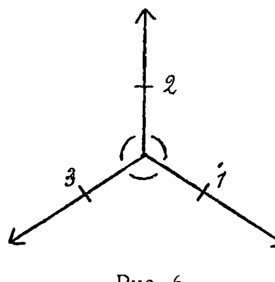


Рис. 6.

Это сомнение теперь принимает новый вид: может быть $\frac{1-k\sqrt{3}}{2}$,—поворот на 60^0, и, следов., $\left(\frac{1-k\sqrt{3}}{2}\right)^2=$ $=\frac{1-k\sqrt{3}}{2}$ на 120^0? Т.-е. неизвестно, с каким знаком брать составляющую вектора, разложенного на две составляющие

под углом в 60^0 и 30^0 к нему. Первая составляющая—наверное положительная, а вторая—вдруг—отрицательная? Вот, собственно, что еще мог бы возражать Мах. Но от своего первого возражения он уже был бы принужден отказаться. Пойдем теперь дальше.

На примере поворотов в 180, 90, 45, 60^0 нам открылось двоякое:

1) Два поворота на любые углы α, β, совершенные один за другим, в произвольном порядке, дают один поворот на угол $\alpha + \beta$. Математически, это придется передать так, что повороты—степени одного и того же основания, а за основание неизбежно принять поворот на бесконечно малый угол, который, ведь, будучи в достаточном числе повторен, даст в результате какой угодно конечный поворот.

2) Каждый поворот дается в виде некоторого мнимо-комплексного числа $c+ks$, где c, s — действительные числа, одно из которых может быть, в частном случае, и нулем. Поэтому напомним общее правило перемножения мнимо-комплексных чисел.

$$(c_1+ks_1)\ (c_2+ks_2)=c_1\ c_2-s_1\ s_2+k\ (s_1\ c_2+s_2\ c_1).$$

Действительная часть произведения получается от перемножения действительных и мнимых частей множителей, при чем полагается $k^2=-1$; а мнимая часть получается, если перемножим действительные и мнимые части множителей. В частности,

$$(c+ks)\ (c-ks)=c^2+s^2.$$

Такие два числа, отличающиеся только знаком при мнимой единице k, называются сопряженными; их произведение—всегда действительное число c^2+s^2 — носит название их нормы. Если слева в общей формуле для произведения изменим знак при k, то и справа знак при k перейдет в обратный, а все остальное останется; откуда следует: произведение сопряженных дает сопряженное значение произведения, и если эти сопряженные значения перемножим в свою очередь, то окажется, что норма произведения равна произведению норм множителей.

Поэтому, если перед нами числа, нормы которых равны все 1, то, перемножая их между собою, возводя в степени, извлекая из них любые корни, все опять получим числа с нормами,

равными 1. Таковы именно рассмотренные нами повороты на 360, 180, 60, 45°,—норма каждого из них равна 1, и, след., вообще норма любого поворота,—в частности, и поворота на бесконечно-малый угол,—равна 1.

Так как, с другой стороны, перемножение двух поворотов ведет к повороту на сумму углов, определенных множителями, то ясно, что два сопряженные мнимо-комплексные числа с нормою, равною 1, выражают два поворота на углы равные, но противоположные по знаку, которые, совершенные один за другим, равнозначущи с поворотом на 0 или 360°.

В результате, оказывается: поворот на угол ω может быть дан выражением вида: $c(\omega)+ks(\omega)$, где $c(\omega)$, $s(\omega)$—некоторые, еще не определенные функции от угла ω, а поворот на угол ω—выражением $c(\omega)-ks(\omega)$, при чем $c^2(\omega)+s^2(\omega)=1$.

Теперь имеем еще:

$$\left\{ c(\alpha)+ks(\alpha) \right\} \left\{ c(\beta)+s(\beta) \right\} = c(\alpha+\beta)+ks(\alpha+\beta),$$

откуда, приравнивая в отдельности действительные и мнимые части, заключаем:

$$c(\alpha+\beta)=c(\alpha)\ c(\beta)-s(\alpha)\ s(\beta)$$
$$s(\alpha+\beta)=s(\alpha)\ c(\beta)+s(\beta)\ c(\alpha).$$

Очевидно, мы пришли к основным формулам тригонометрии, что станет совершенно неоспоримо, как только примем геометрическое сложение векторов. Тогда простой взгляд на чертеж (7) убеждает, что $c(\alpha)$, $s(\alpha)$—это отношения прилежащего и противолежащего катетов к гипотенузе. Прибавим, что обычное доказательство основных свойств тригонометрических функций по существу совпадает с приведенным у нас (см. р. 8).

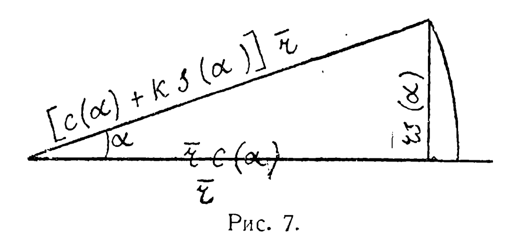


Рис. 7.

В самом деле, $(\cos\alpha+k\sin\alpha)\ \overline{p}$—символ $\triangle$-ка OAB с гипотенузою, равною p и c, прилежащим углом α, построенного на данном начальном векторе $\overline{p}$. Когда «помножаем» еще на $\cos\beta+k\sin\beta$, то прежде всего помножаем на $\cos\beta$, т.-е. строим

△-к, подобный исходному (у нас на чертеже это — △-к OB′A′), с множителем пропорциональности $cos\beta$. Затем помножаем еще и на $ksin\beta$, т.-е. опять строим △-к, подобный данному, но с множителем пропорциональности, равным $sin\beta$, и к тому же, повернутый относительно данного на прямой угол,—это △-к CB′C′. Теперь очевидно,—и так это и доказывается в обычных курсах Тригонометрии (при чем величина p вектора $\overline{p}$ полагается равною 1),— что

$$OD = OA' - DA' = OA' - CC' = cos\alpha cs\beta - sn\alpha sn\beta = cos\ (\alpha + \beta)$$
$$CD = C'A' = C'B' + B'A' = sin\beta cos\alpha + sin\alpha co\beta = sin\ (\alpha + \beta).$$

Таким образом, введение в рассуждение «мнимой» единицы k не представляет решительно никаких затруднений, но только систематизирует уже известное, придает выводам сжатость и элегантность.

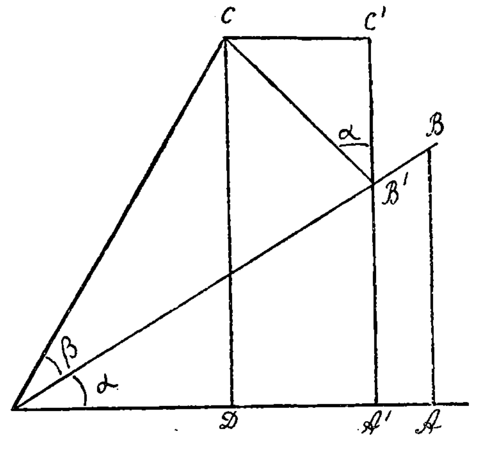


Рис. 8.

По плану нашего изложения, нам предстоит теперь найти выражение множителя поворота на бесконечно-малый угол. Можно чисто математическими рассуждениями над мнимо-комплексными числами обнаружить, что, при извлечении корня квадратного из k, потом из $\left(\frac{1+k}{\sqrt{2}}\right)$ и т. д., действительная часть по величине возрастает, а мнимая уменьшается. В пределе, действительная часть становится, с бесконечно малым углом, равна 1, а коэффициент при k—бесконечно малым, и мы вправе положить его равным как раз бесконечно малому углу поворота, условившись соответственно измерять углы. Вопрос только в знаке при мнимой части;—как видим, в такой еще форме удержалось возражение Маха. Мы пишем условно знак плюс, но помним, что, может быть, окажется возможным и знак минус,—вернее, мы помним, что нам еще предстоит доказать недопустимость знака минус.

Теперь получается для множителя δ бесконечно малого поворота на угол ν выражение $1+k\nu$. Прежде чем идти дальше, иллюстрируем это выражение на решенной уже задаче о центре однородной дуги окружности.

Проведем n радиусов под углами $\frac{\omega}{n}$, $\frac{2\,\omega}{n}$, $\frac{3\,\omega}{n}$, ... друг к другу к точкам дуги, сложим их и разделим на n,—при чем самые радиусы-векторы можем выразить,—если $\overline{r}$ начальный,—как $\overline{r}$, $\overline{r\,\delta}$, $\overline{r\,\delta^2}$, $\overline{r\,\delta^{n-1}}$. В сумме получается геометрическая прогрессия со знаменателем $\delta=1+k\,\frac{\omega}{n}$ и она, по известной формуле, равна $\frac{\overline{r\delta^n}-\overline{r}}{\delta-1}$. Здесь под чертою стоит величина $\delta-1=\frac{k\omega}{n}$; когда всю сумму разделим на n, то под чертою останется $k\omega$. А над чертою, в числителе, стоит разность крайних радиусов-векторов, т.-е. вектор $\overline{c}$ хорды, стягивающей дугу. Мы, очевидно, пришли к уже знакомому решению задачи.

Пойдем дальше. Любой поворот на угол ω дается, очевидно, n раз повторенным поворотом на угол $\frac{\omega}{n}$. При n бесконечно большом получаем для множителя поворота на угол ω выражение:

$$\left(1+\frac{k\omega}{n}\right)^n_{n=\infty}=\left(1+\frac{1}{n}\right)^{k\omega n}_{n=\infty}=e^{k\omega},$$

Применяя бином Ньютона, легко выведем:

$$\left(1+\frac{k\omega}{n}\right)^n=e^{k\omega}=1+k\omega+\frac{k^2\,\omega^2}{2}+\ldots.$$

Здесь $k^2=-1$, $k^3=-k$, $k^4=1$ и т. д. Поэтому, соединяя все действительные и все мнимые члены разложения, найдем:

$$e^{k\omega}=\left(1-\frac{\omega^2}{2'}+\frac{\omega^4}{4'}-+\ldots\right)+k\left(\omega-\frac{\omega^3}{3'}+\frac{\omega^5}{5'}-+\ldots\right)=$$

$$=c\,(\omega)+ks\,(\omega);\ c\,(\omega)=1-\frac{\omega^2}{2'}+\frac{\omega^4}{4'}-+\ldots;$$

$$s\,(\omega)=\omega-\frac{\omega^3}{3'}+\frac{\omega^5}{5'}-+\ldots$$

Я обращаю внимание читателя, что я ничего не предполагал известным из Тригонометрии—даже из Геометрии—кроме нескольких почти очевидных свойств поворотов. Тем не менее, мы пришли уже к тригонометрическим функциям $cos\ (\omega)$, $Sin\ (\omega)$, к их разложению в ряды и к знаменитой формуле Эйлера, связующей эти функции с показательною функциею $e^{k\omega}$. Что же у нас получилось в результате?

Если бы, наряду с тригонометрическими, обнаружились какие-либо иные функции, удовлетворяющие теории поворотов, то, наряду с геометрическим сложением векторов, было бы возможно какое-либо другое. Но теперь ясно, что никакое другое невозможно. Возражение Маха теперь очень легко ликвидировать: коэффициент при k не может быть отрицательным для первой четверти. В самом деле, при всяких c, s:
$(c+ks)(s+kc)=k(c^2+s^2)=k$, если $c^2+s^2=1$, следовательно, $s\ (\omega)=c\ (90^0-\omega)$, при чем $c\ (90^0-\omega)$—положительная величина в первом квадранте.

В заключение, несколько интересных и важных применений развитой здесь теории.

1. Сначала отметим, что любой вектор p, повернутый на любой угол φ, дается формулою: $e^{k\varphi}\bar{p}$. Чертеж (9) показывает, что приращение угла на $d\varphi$ дает приращение вектора на BC, т.-е. на $ke^{k\varphi}\bar{p}.\ d\varphi$, что подтерждается и вычислением:

$$e^{k\ (\varphi+d\varphi)}\ \bar{p}=e^{k\varphi}\ (1+k\ d\varphi)\ \bar{p}\text{, след., } de^{k\varphi}\ \bar{p}=ke^{k\varphi}\bar{p}\, d\varphi$$

$$\frac{de^{k\varphi}\bar{p}}{d\varphi}=ke^{k\varphi}\bar{p}\ .$$

«Дифференциация поворота по аргументу сводится к его помножению на k,—к повороту на прямой угол».

Если основываться только на чертеже (9), то опять можно заключить: пусть e^{φ}—функция, производная от которой по аргументу φ равна ей же самой (значит, e — основание естественных логарифмов),—то поворот на угол φ равен $e^{k\varphi}$.

В отдельности для действительной и мнимой части получается:

$$\frac{dc\ (\varphi)}{d\varphi}=-s\ (\varphi);\ \frac{ds\ (\varphi)}{d\varphi}=c\ (\varphi).$$

Затем напомним еще элементарную теорему из области дифференциального вычисления: если r, u—две переменных, то производная от их произведения равна:

$$(ru)' = r'u + ru'.$$

В частном случае, когда $u = e^s$, имеем:

$$(e^s r)' = e^s r' + e^s s'r = e^s (r' + s'r).$$

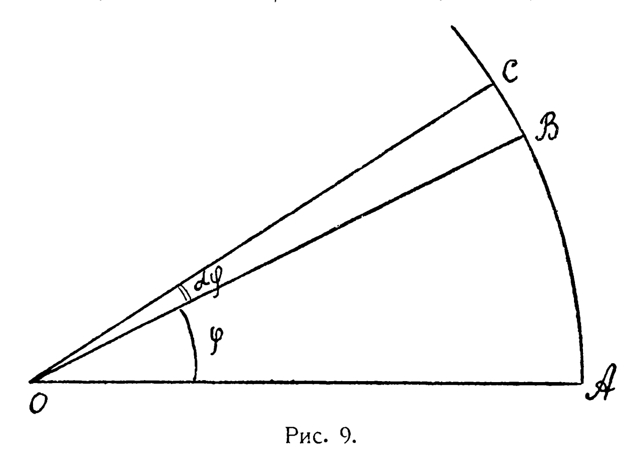


Рис. 9.

«Производная от функции r, помноженной на e^s, сама оказывается помноженною на e^s, при чем другим множителем является не просто производная r' от функции r, а сумма этой производной r' с произведением из функции r на s'».

Теперь полагаем $s = k\varphi$; $(e^{k\varphi} r)' = e^{k\varphi} (r' + k\varphi' r)$.

«Когда некоторый радиус-вектор r вращается, то его скорость тоже вращается; а, помимо своего вращения, она равна не прямо его скорости r', но еще плюс произведение из него на $k\varphi$, т.-е. плюс поворотная скорость $k\varphi' r$, нормально к нему».

Мы пришли, как-будто, к теореме Эйлера,—того самого Эйлера, который нашел ур-ие связи между показательною функциею и тригонометрическими, при посредстве мнимой единицы k. Но ни у самого Эйлера, ни у кого другого до наших дней включительно не подчеркивается то, что подчеркнули мы в тексте теоремы Эйлера: что скорость радиуса-вектора во вращающемся пространстве сама вращается. Обычно, считают

угол вращения с того момента, с которого рассматривают вращение, т.-е. полагают в найденной нами формуле $\varphi=0$, $e^{k\varphi}=1$, и тогда получается теорема Эйлера о скорости во вращающемся пространстве: множитель $e^{k\varphi}$ приравнивается 1, постоянной! Это наивное упрощение формулы сказывается немедленно, как только мы от скорости попробуем перейти к ее производной, т.-е. ускорению.

Если забыть про множитель $e^{k\varphi}$ (а поневоле забудешь, когда он приравнен 1),—то никак правильно не продифференцируешь. А у нас получится немедленно:

«Ускорение во вращающемся пространстве само вращается; а, помимо этого вращения, оно равно не прямо производной от скорости во вращающемся пространстве (взятой тоже помимо ее вращения), но еще плюс эта скорость, помноженная на $k\varphi$».

В буквенном написании: если $\bar{r}' + k\varphi' \bar{r} = \dot{\bar{r}}$, то $(e^{k\varphi}\dot{\bar{r}})' = e^{k\varphi}(\dot{\bar{r}}' + k\varphi' \dot{\bar{r}})$, след.,

$$\bar{r}'' = e^{k\varphi}(\bar{r}'' + k\varphi''\bar{r} + k\varphi'\bar{r}' + k\varphi'\bar{r}' + k\varphi'\varphi'\bar{r}) =$$
$$= e^{k\varphi}(\bar{r}'' - \varphi'^2\bar{r} + k\varphi''\bar{r} + 2k\varphi'\bar{r}').$$

Мы получили безо всякого труда знаменитую теорему Кориолиса, при чем коэффициент 2 при поворотном ускорении совершенно естественно объясняется повторным дифференцированием произведения двух функций.

Тут и выясняется, что с теоремою Кориолиса связана в науке печальная путаница, которую внес Эйлер, неточно формулировав теорему о скорости во вращающемся пространстве,—внес потому, что, хотя это именно он нашел связь между показательною функциею и тригонометрическими, но нашел ее чисто головным, алгебраическим путем, не понимая сам ее созерцательно геометрического значения. Владей Эйлер Геометриею так же хорошо, как Алгеброю, он, пожалуй, немедленно за скоростью во вращающемся пространстве исследовал бы и ускорение, а он уступил эту честь Кориолису. И этот последний,—а за ним и вся наука,—предпочел идти чисто геометрическим путем, обходя непосредственную дифференциацию формулы Эйлера,—как-будто этим устраняется то естественное сомнение, которое возникает у всякого знакомящегося с его

теоремою: почему во вращающемся пространстве нельзя получить ускорение из скорости по тому же самому правилу, по которому скорость получается из пути?—Можно, товарищи,—но не надо себе это затруднять, приравнивая единице множитель, который еще подлежит дифференцированию!

То, что нам открылось в случае движения в одной плоскости, то, конечно, справедливо и в пространстве; там теорему Эйлера читают так:

$$\dot{\bar{r}} = r' + [\varphi', \bar{r}]$$

(при чем $\dot{\bar{r}}$ — скорость во вращающемся пространстве). Опять, если не забывать, что сама эта скорость вращается,—если понять, что в формуле Эйлера перед нами общее правило дифференцирования во вращающемся пространстве,—то стоит только вторично приложить формулу Эйлера к $\dot{\bar{r}}$, чтобы получить и ускорение во вращающемся пространстве:

$$\ddot{\bar{r}} = \dot{\bar{r}}' + [\varphi', \bar{r}' + \varphi', \bar{r}] [= r'' + [\varphi',] \varphi', r]] +]\varphi'', r) 1 + 2 [\varphi', r'].$$

«Полное ускорение во вращающемся пространстве, помимо своего вращения, равно ускорению $\bar{r}''$ в пространстве неподвижном, плюс ускорения центростремительное $[\varphi', [\varphi', r']]$ и тангенциальное $[\varphi'', r]$ вращающегося пространства (ускорения влечения), плюс еще поворотное ускорение $2 [\varphi', \bar{r}]$ Кориолиса»

В заключение этого первого серьезного приложения намеченной теории, заметим в скобках: никто не препятствует нам предположить, что вектор r — переменный только по величине, но постоянный по направлению;—тогда мы получим разложение скорости и ускорения при обычном движении в плоскости—по радиусу-вектору и нормально к нему. Наконец, если вектор $\bar{r}$ вообще постоянный, то $\bar{r}', \bar{r}'' = O$, мы получаем движение по кругу, и для ускорения формулу: $ek\varphi\ (k\varphi''\ \bar{r} - \varphi'^2\ r)$, первый член которой—тангенциальное, второй—центростремительное ускорение.

Таким образом, пользуясь известною теоремою о производной от произведения двух функций, в ее применении к мнимокомплексным числам, нам удалось дать всеобъемлющую теорему кинематики точки, заключающую в себе все учение о скорости и ускорении—от движения по окружности до теоремы Кориолиса. Большего единства нельзя, кажется,

достигнуть в математической обработке давно известного материала.

Это и служит, в наших глазах, прекрасною иллюстрациею нашей основной мысли,—что одно—история научной мысли, как она дана в действительности, другое—критика полученных материалов. В истории, в силу многих привходящих обстоятельств, мы встречаемся с печальною гипертрофиею абстрактного алгебраического мышления, оторванного от реального бытия. Мы склонны с этим мириться, в виду блестящих научных результатов. Но тут вступает в свои права критика и обнаруживает, что все это гораздо проще получается, когда принципиально не порываешь с бытием; когда, ничуть не подражая Эйлеру, с самого начала отдаешь себе отчет в геометрическом значении тех чисел и формул, которым исторически дано название «мнимых».

В заключение заметим, по поводу теоремы Кориолиса, что ее можно так же, как и теорему Эйлера, получить и без дифференцирования произведения $e^{k\varphi}\bar{r}$, а просто, разлагая в нем оба множителя по степеням и раскрыв в нем скобки. Обычное геометрическое доказательство теоремы основано на помножении $e^{k\varphi}$ и ряда, выражающего $\bar{r} = \bar{r}_0 + \bar{v}\,dt + ½\,q dt^2 + \ldots$ При таком подходе к проблеме ясно, что вращение пространства передается прежде всего, как вращение начального радиуса-вектора $\bar{r}_0$, и поэтому все силы, вращающие неподвижное пространство, действуют и на движущуюся в пространстве точку. Разложение члена $e^{k\varphi}\bar{v}\,dt$ по степеням dt дает дополнительное Кориолисово ускорение; наконец, в члене $e^{k\varphi}$—$q dt^2$ можно смело положить $e^{k\varphi} = 1$. Мы повторяем: к этому сводится обычное геометрическое доказательство теорем Эйлера и Кориолиса, и тут опять подтверждается то чудесное отражение законов Геометрии в законах мнимо-комплексных чисел, выяснению которого на ряде примеров посвящена настоящая статья, и которое побуждает нас, после того, как мы с ним познакомились, поставить вопрос:

Правда ли, что задача наша—в полнейшем приспособлении мышления к бытию? Правда ли, что пространство—б ы т и е, со своими, н е з а в и с я щ и м и о т н а с з а к о н а м и, а наша алгебра—с о з н а н и е? И если правда, то может ли быть более идеальное приспособление к бытию, чем все вышеизложенное?

А если не может,—то почему это мы считаем мнимые числа мнимыми? Очевидно, только потому, что исторически человечество пришло к ним чисто головным путем, логически развивая понятие числа, оторвавшееся от бытия.

Мнимые, т.-е. неприменимые к бытию,—так полагали, когда их впервые нашли. Но все дальнейшее развитие науки приводит к убеждению, что эти числа превосходно отражают бытие,—что законы бытия построены по этим именно числам,—значит, они вовсе и не мнимые! Да как же мнимые, когда при их посредстве доказывается основное в бытии правило сложения сил, до сих пор в такой безусловной форме нигде не доказанное? Мнимым не может быть то, чему найдено практическое применение.

Мне возражали: их теперь и не называют мнимыми, а комплексными. Да не в названии дело. Дело в том, что их боятся на практике; что с ними знакомятся только в порядке чисто математического образования, а в Геометрии, Тригонометрии, в Механике—всячески избегают, считая более наглядным метод доказательства при посредстве действительных чисел, уродуя для этого теоремы и не в меру растягивая доказательства. Я требую признания за этими числами их реального значения не во имя отвлеченной математики, где они давно признаны, а во имя человеческой практики, для которой они нужны,—нужны до зарезу.

Может быть, это и обидно для нашего самолюбия, что вся наша головная логика, диалектика—правильна, только отражая ту логику и диалектику, которые даны в природе бытия, но нельзя, все-таки, сказать «прости» всему прогрессу познания природы и уйти в праздные мечты о своем мнимом величии. И потому неправильно такое оторванное от бытия развитие математического мышления,—во всем ли человечестве, в отдельных ли его молодых представителях, когда про мнимые числа говорится только при решениях алгебраических ур-ий,—получаются, вот, мнимые корни, а практически с ними ничего не поделаешь; когда наряду с этим изучается тригонометрия, в которой тщательно обходится всякий намек на ее связь с теориею мнимо-комплексных чисел. Почему бы не сознаться

откровенно в этой чудесной связи между алгеброю и геометриею, между мышлением и бытием,—ну, хоть раскрывая перед начинающим аналогию между общею формулою для произведения двух мнимо-комплексных чисел и формулою для косинуса и синуса суммы двух углов?

Скажут: но это трудно, особенно для начинающего. А почему нетрудно ему усвоивать мнимые числа в их полной оторванности от практики? Тогда уж избавьте его вообще от труда усвоения чисто-головных, мнимых операций.

Если «это трудно» значит, что без свободного подчинения необходимости не познаешь окружающей природы, то надо приветствовать такую трудность, потому что в труде, на практике искони развивалось человеческое достоинство, а легкое праздномыслие, игра, забава—никогда не делали человека человеком.

«Скалистая, но добрых растит юношей» («Одиссея», IX, 27),—так именно восхваляет свою родину хитроумный Одиссей. Хорошая была на это память у Геродота, который именно так заключает свои повествования о персидских войнах:

«Одной и той же земле несвойственно производить и достойные удивления плоды, и храбрых на войне людей... предпочли владычествовать, занимая тощую землю, нежели обрабатывать почву удобную и быть в подчинении у других» (заключительные слова «Истории» Геродота).

«Земля—(с экономической точки зрения, к ней относится и вода)—... существует без всякого содействия со стороны человека, как всеобщий предмет человеческого труда» («Капитал», I, 150).—«Слишком расточительная природа ведет человека, как ребенка, на помочах. Она не делает его собственное развитие естественною необходимостью»... (там же, 494). «Человек не может воздействовать на природу, не приводя в движение свои собственные мускулы, под контролем своего собственного мозга» (там же, 488).—«Для того, чтобы присвоить вещество природы в известной форме, пригодной для его собственной жизни, он приводит в движение принадлежащие его телу естественные силы: руки и ноги, голову и пальцы. Действуя посредством этого движения на внешнюю природу и изменяя ее, он в то же время

изменяет и свою собственую природу; он развивает дремлющие в ней возможности и подчиняет игру этих сил своей собственной власти» (там же, 148).

И потому доказано: без труда ничего не вспомнишь.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Применение теории бесконечно-малых поворотов к раскрытию внутреннего противоречия в специальном (малом) принципе относительности Эйнштейна

Под принципом следует понимать в науке положение единое, ни одна часть которого не является следствием остальных частей,—иначе, ведь, ее можно было бы выделить из формулировки принципа и перевести в разряд теорем, доказуемых на его основании. С этой точки зрения, которую вряд ли кто-либо возьмется оспаривать, приходится признать, не входя в разбор принципа относительности по существу, что он до сих пор методологически неправильно формулировался— и самим Эйнштейном, и всею его школою.

В самом деле, принцип относительности в том, что если дана система событий (t, x, y, z), подчиненных фактическим законам динамики, то, предполагается, из нее можно вывести, при помощи произвольного параметра v, другую систему—ее двойник (T, X, Y, Z), построенную все по тем же законам динамики,—при чем параметр v раскрывается, как поступательная скорость двойника относительно оригинала.

Координаты K', событий в двойнике получаются из координат K событий оригинальных при посредстве определенного преобразования Лоренца, в которое входит параметр скорости, и которое условно обозначим (v). Выразим символически связь между K' и K, данную при посредстве параметра v, ур-ием:

$$K' = K \cdot (v),$$

которое, по предположению, справедливо при всяком конечном значении параметра v. Тогда оно тем более справедливо и при любом бесконечно-малом значении параметра,—это не нуждается в каких-либо доказательствах! Но покажем, что и наоборот: стоит только допустить наше равенство, т.-е.,

принцип относительности, для бесконечно-малых значений параметра v,—чтобы оно оказалось и вообще справедливо!

Доказательство—чрезвычайно простое: если между двойником и оригиналом нет никакого принципиального различия, то, значит, двойник можно принять за оригинал и к нему, в свою очередь, примыслить двойник, по ур-ию:

$$K'' = K' . (v),$$

которое, комбинированное с ур-ием первоначальным, дает:

$$K'' = K . (v) . (v),$$

или, символически:

$$K'' = K . (v)^2,$$

и т. д. и т. д.,—так что в результате можем положить:

$$\Gamma = K . (v)^{n}, \text{ при } n = \sim,$$

при чем, очевидно, Γ—двойник, получаемый из оригинала K посредством бесконечно-малого параметра, бесконечное число раз повторенного, т.-е.—при посредстве некоторого конечного параметра,—что и требовалось доказать.

Поэтому нечего формулировать принцип относительности для конечной поступательной скорости v; но всегда, если есть принцип относительности, то достаточно проверить его всего только на бесконечно-малых значениях параметра v; и если он выдержал такую дифференциальную проверку, то он уже тем самым доказан и для любого конечного значения v.

Принцип относительности логически дифференциален.

Раз это понято, преобразования, отвечающие идее принципа относительности, могут быть немедленно выведены на случай бесконечно-малой скорости. И, в самом деле, эта скорость может входить в преобразования только в первой степени; кроме того, она—векториальная величина, тогда как координата t — скалар. Принимая во внимание, что геом. произведение $\bar{r} . \bar{v}$—единственный инвариантный скалар, который можно вывести из двух данных векторов, мы находим искомые преобразования в виде след. двух ур-ий:

$$\bar{R} = \bar{r} + \bar{v} t; \quad T = t + \alpha \bar{r} . \bar{v} \qquad (A),$$

где α — постоянная, которая, с выбором единицы для измерения времени, всегда может быть сведена к значениям 0,1,—1. Первое соответствует Ньютонову принципу относительности, второе—Эйнштейнову; третье значение—1 очень скоро выявится, как противоречивое.

Оставляя в стороне давно известный Ньютонов принцип относительности, мы можем оба ур-ия *(A)* дать в одном следующем:

$$T + kX = (t + kx).\ (1 + kv),$$

где под k следует понимать мнимую единицу при $\alpha = -1$ и плюс — минус единицу при $\alpha = +1$). Мы ясно видим, что двойник—это оригинал, так сказать, помноженный на $1 + kv$.

Полагая здесь $v = \frac{\mu}{n}$, $n = \infty$, мы получим общее преобразование:

$$T + kX = (t + kx).\ (1 + k\frac{\mu}{n})^n = (t + kx).\ (\cos\mu + k\sin\mu),$$

при чем, в случае $\alpha = +1$, нужно понимать функции $\cos\mu$, $\sin\mu$ уже не как тригонометрические, а гиперболические, т.-е. как $\frac{e^{\mu} + e^{-\mu}}{2}$.

Отсюда следует, при $tg\,\mu = v$:

$$T = \frac{t + vx}{\sqrt{1 + v^2}},\quad X = \frac{x + vt}{\sqrt{1 + v^2}},$$

при чем на случай $\alpha = +1$, т.-е. для Эйнштейнова принципа относительности, следует в знаменателе под радикалом взять знак—вместо знака $+$ перед v^2. Мы пришли, действительно, к преобразованиям Лоренца, лежащим в основе Эйнштейнова принципа относительности.

Что до случая $\alpha = -1$, $k = \sqrt{-1}$, то он выявляется, как противоречивый — потому уже, что, для $v = \infty$ дает: $X = t$, $T = x$,—т.-е. перемещение координат пространственной и временной, с которым никакие законы природы не могут примириться. Итак, единственным конкурентом Ньютонова принципа относительности оказывается Эйнштейнов; как видим, очень

просто притти ко всем основным ур-иям принципа относительности, если с самого начала выразить его в подобающей ему дифференциальной форме.

Что преобразования Лоренца сводятся к гиперболическим поворотам, было высказано давно и прекрасно иллюстрировано геометрически Минковским; но что, в таком случае, все дело в бесконечно-малом повороте, — этого не замечали, может быть, потому, что идея бесконечно-малого поворота вообще непопулярна и в обыкновенной тригонометрии, хотя, — особенно в соединении с теориею мнимо-комплексных чисел, — она и там уже, как мы видели в основной статье, чрезвычайно плодотворна.

Итак, мы показали, и абстрактно, и конкретно, что формулировка принципа относительности у самого Эйнштейна и у его школы — безусловно некритична: принцип нужно формулировать, как принцип, единственно для бесконечно малой скорости v двойника; после этого, общая формулировка принципа на случай скорости v конечной доказывается, выводится.

Я думаю, все это ни у кого не вызовет возражений, — так же, как и дальнейший вывод, что обоснованное теперь сведение к случаю бесконечно малой скорости освобождает преобразования Лоренца от всех недоразумений, связанных с укорочением масштабов и замедлением хода часов, — для таких парадоксов, в упрощенных формулах, не считающихся со вторыми степенями бесконечно малого параметра v, нет места! И, все-таки, если их принять, укорочение масштабов и замедление хода часов получится как-то само собою, при переходе от бесконечно малой скорости к конечной!

Другими словами, — все это — несущественные, хотя математически и неизбежные следствия из принципа относительности, принятого для бесконечно малых значений скорости v, при которых ни с укорочением масштабов, ни с замедлением хода часов считаться нечего, — как с бесконечно-малыми второго порядка.

Таким образом, традиционная вера в то, что именно в укорочении масштабов отличие теорий Эйнштейна от динамики Ньютона, — не имеет под собою разумной почвы, и если бы Эйнштейн с самого начала изложил свой принцип в дифференциальной

форме, он бы не сбил ни своих последователей, ни критиков с толку, никто бы из них не расписывал столько страниц по поводу не стоящих серьезного внимания пустяков, а все сразу обратили бы свое внимание на существенное, которое вот в чем.

Вводится всего о д н о существенное отклонение от прежних преобразований Галилея, так что перед нами действительно е д и н ы й принцип. Из общих преобразований Лоренца это нельзя было усмотреть: там о б е формулы отличны от Галилеевых, и получалось впечатление, будто даны д в е новых предпосылки. А теперь очевидно, что никакой двойственности н е т, потому что отличный от единицы знаменатель в пространственном преобразовании Лоренца образуется сам собою по общим правилам математики, при переходе от бесконечно малой скорости к конечной. Для бесконечно же малой скорости Эйнштейнов принцип относительности не вносит н и ч е г о н о в о г о в учение о преобразовании пространства.

Только в т о р о е преобразование—времени—с у щ е с т в е н н о отлично от прежнего, Галилеева: добавочное слагаемое vx в нем устанавливает п р и н ц и п р а з н о в р е м е н н о с т и, или о п о з д а н и я, характерный именно для передачи силовых воздействий с конечною скоростью света, против чего и ни один ньютонианец спорить не станет. В этом, вот, естественном добавочном слагаемом и состоит единственно новое, к нему все сведено,—кажется, в интересах устранения многих недоразумений следовало бы так поставить вопрос уже с самого начала, но случилось не так, и—оставалось неисправленным в течение скоро уже двадцати лет.

Теперь небольшое дополнительное преобразование. Мы привыкли всякое перемещение во времени сводить к пространственному, и нет смысла отступать от этого обыкновения и вносить в основы теории лишнюю путаницу. Преобразования Лоренца сообщают нам про электрон, данный в оригинале в момент времени t, что в двойнике он будет в таком-то положении в момент времени $t+vx$. А нам хотелось бы знать, где же он в момент времени t? Нам хотелось бы,—и это вполне законно,—сравнить между собою одновременные положения электрона в оригинале и в двойнике. Почему бы и не удовлетворить нашей законной любознательности?

Разность vx между моментами времени, которую нам бы хотелось устранить, бесконечно малая, и потому, по строке Тэйлора, легко, по положению электрона в момент времени $t+vx$, вычислить его положение в момент времени t,—если только знать скорость электрона. Введем векториальные обозначения r, $\overline{r'}$ для положения электрона и его скорости в оригинале в момент времени t,—тогда и найдем для положения $\overline{R}$ электрона в двойнике в тот же самый момент времени t выражение:

$$\overline{R} = \overline{r} - vx\overline{r'}, + vt,\ T = t.$$

Теперь преобразования Лоренца видоизменены так, что время сохраняется, но зато варьирует положение. По-прежнему, однако, перед нами одна единственная новая предпосылка, и никакой существенной разницы нет в том, выберем ли мы ее объектом время или пространство. Но как теперь легко подойти к вопросу о сообщении некоторой системе дополнительной бесконечно малой скорости!

Видно, как на ладони, что преобразования Лоренца, в момент сообщения точке дополнительной скорости v, отшвыривают ее по ее траектории в ее прошлое, и притом в различное прошлое для точек, различно расположенных по оси сообщаемой скорости. Физически, такая операция, конечно, сразу выявляется, как невозможная!

Возьмем, напр., на оси X-ов точку, движущуюся с постоянною конечною скоростью a по ур-ию: $x = x_0 + at$. Преобразования Лоренца, как мы их теперь пишем, при неизменном времени, дают:

$$X = x_0 + at - va\ (x_0 + at) + vt = (1 - va)\ \ x_0 + (a + v - a^2\ \ v)t,$$

что можно, при v бесконечно малом, написать еще и так:

$$X = (1 - va)\,.\,[x_0 + t\ (a + v)].$$

То, что стоит во вторых скобках, соответствует обычной ньютоновой динамике. И эта, вот, привычная абсцисса должна, по преобразованию Лоренца, укоротиться в отношении $1 : (1 - v\alpha)$! То же самое требуется, конечно, если дан твердый масштаб в направлении оси X-ов.

Ну, и спросим себя: какие силы действительности могут вызвать такое укорочение абсцисс? Прежде всего, это—не

внутренние силы упругости самого масштаба: ему, во-первых, дела нет до того, что со стороны он кому-то кажется движущимся со скоростью *a*; этой величины он ниоткуда знать не может, и если даже она реальна, то он уже приспособил к ней свои размеры и забыл о ней совершенно, когда получил дополнительную бесконечно малую скорость; по отношению к последней, он должен считаться покоящимся, а в покоящемся теле бесконечно малая скорость, ему сообщенная, никаких изменений и по Лоренцу не вызывает. Итак, внутренние силы упругости масштаба наверное не укоротят его абсцисс.

А внешнее силовое поле, которое и сообщило масштабу дополнительную скорость?—Но откуда может взяться действие поля, зависящее от абсциссы движущейся точки, т.-е. от ее отношения к наблюдателю? Таких сил в природе нет! Если даже позволить себе маленькую подтасовочку,—вместо абсцисс заговорить о разности абсцисс,—то и таких сил, которые бы действовали на различные точки тела в зависимости от его общих размеров,—в природе тоже нет и быть не может, пока в силе принцип перена-ложения.

Но если ни внутренние, ни внешние силы не могут вызвать требуемое формулами Лоренца, то это мы сами должны вступиться в дело,—ведь, к нам-то и относятся те абсциссы, которые входят в требуемую перестановку начальных положений всех данных точек.

А мы, опять-таки, можем это сделать двояко: вольно и невольно, или сознательно и бессознательно.

А.—В первом случае, перед нами исходящая от воли наблюдателя конструкция, т.-е. перестановка начальных положений данных электронов,—с определенною заранее обдуманною целью,—получить двойник первично данной системы. Такая перестановка вообще возможна только для так называемых динамических систем,—для систем, состоящих из разрозненных электронов, в каких угодно начальных положениях и с какими угодно начальными скоростями. К таким системам, след., все формулы Эйнштейна применимы без противоречий. Но в учении о твердых

масштабах вряд ли можно ссылаться на возможность для нас переставить в желательном порядке все решительно электроны данного твердого тела, и, с этим признанием нашей ограниченности, мы должны расстаться с ссылкою на нашу сознательную волю, как на один из факторов, осуществляющих преобразования Лоренца.

В.— Остается, для твердых масштабов, апеллировать к бессознательному, к оптическому обману,—но и это представляется невозможным, поскольку Эйнштейн постулирует для всех решительно случаев распространение света во все стороны с равною и независящею от скорости источника скоростью. Таким образом раскрывается, что принцип относительности, как он выражен у Эйнштейна и всей его школы, страдает неизлечимым внутренним противоречием, которое давно уже было бы обнаружено, если бы этот «принцип» с самого начала был выражен, как научный принцип,— в своей дифференциальной форме.

Развитие указанного здесь противоречия выходит за пределы настоящей статьи, но мы к нему при случае вернемся.

Л. Рубановский

К проблеме материи

I. Исторические справки

Открытие катодных лучей было фактом, с которого началось революционное преобразование представлений естествознания о природе материи.

Оказалось, что при изменении скорости летящих в пустотной трубке электрических частиц меняется их удельный заряд, т.-е. отношение заряда частицы к ее массе.

Следовательно, в зависимости от скорости должны были меняться либо заряд, либо масса частиц. Скоро удалось показать, что заряд частицы не меняется от скорости полета, и, следовательно, переменной является масса. Чем ближе скорость электрона к скорости света, тем быстрее изменяется масса.

Это загадочное явление впервые, ясно и понятно объяснил Дж. Дж. Томсон. Всякое тело, заряженное электричеством, и в частности катодная частица, должно иметь при движении бо̀льшую массу, чем в спокойном состоянии, ибо из него по всем направлениям исходят силовые линии. При движении тела силовые линии движутся вместе с ним, и эта сетка силовых линий захватывает некоторое количество эфира. Чем гуще сетка силовых линий, тем больше количество эфира, увлекаемого телом. Этот эфир и образует некоторую добавочную нагрузку, добавочную массу или «инерцию» движущегося тела. Если скорость движения мала, то количество увлекаемого эфира ничтожно, и «электромагнитная масса» исчезающе ничтожна по сравнению с обычной ньютоновской инертной массой. Если скорость очень быстро возрастает и приближается к скорости света, то довольно легко вычислить, что операция, сопротивление

эфира движению щетки силовых линий возрастает лавинообразно, и при приближении скорости заряженного тела к скорости света сопротивление эфира чудовищно велико. Теперь инертная ньютоновская масса делается исчезающе ничтожной перед электромагнитной.

Было крайне интересно решить вопрос, какая часть массы катодной частицы является инертной, какая—электромагнитной. После того, как изучение радиоактивных веществ ознакомило науку с частичками, аналогичными катодным, но несущимся с еще большей скоростью, оказалось возможным составить таблицу, выражающую изменение массы катодной частицы со скоростью (Кауфман, 1904). Оказывается, что если с этой таблицей сопоставить теоретически вычисленные изменения со скоростью одной лишь электромагнитной массы электрона, обладающей зарядом, равным заряду катодной частички,—обе таблицы совпадают, т.-е. катодная частичка абсолютно не имеет инертной массы в смысле весомой массы; вся масса ее является электромагнитной и происходит от эфира, увлекаемого силовыми линиями катодной частички. Последняя, следовательно, есть чистое, свободное электричество, не связанное с обыкновенной материей и, тем не менее, проявляющее известные материальные свойства, в роде механических толчков о преграду и др.

Значение этого факта было настолько колоссально, что он с трудом был осмыслен физиками. Масса, считавшаяся прообразом постоянства и неизменности, оказалась переменной величиной, функционально зависящей от скорости катодной частицы. Это было поразительно, даже парадоксально. Удивление было еще больше, когда масса частицы оказалась переменной, не только в зависимости от скорости, но и от направления движения катодной частицы (согласно предложению Стони, эту частицу стали называть электроном). Однако, Дж. Томсон объяснил и это явление. Когда электрон движется по какому-либо направлению, его силовые линии смещаются и становятся в направлении перпендикулярном движению так, как раскрывается полураскрытый зонт перпендикулярно своему движению в воздухе. Этому распределению силовых линий соответствует строго определенное количество увлекаемого эфира. Если теперь электрон сместится, скажем, в перпендикулярном к его начальному

движению направлении, то в первый момент будет увлечено другое количество эфира, вследствие определенного раствора щетки силовых линий. Поперечник этой щетки в направлении ином, чем направление движения, будет другой, поэтому сопротивление эфира и, следовательно, масса электрона также будут другие. Томсон доказал еще следующие вещи. Если два заряда разных знаков приближать другу к другу, то силовые линии будут сгущаться по линии, соединяющей эти заряды; распределение их станет таково, что эфира будет захватываться меньше, и масса обоих зарядов, вместе взятых (так называемая взаимная масса), будет меньше, чем сумма масс, взятых порознь. В случае сближения одноименных зарядов картина будет обратная. Расположение силовых линий будет таким, что количество увлекаемого эфира увеличится, и взаимная масса будет больше суммы отдельных масс; их изменение будет иметь положительный знак. Это изменение массы системы, состоящей из электрических зарядов, называется энергическим дефектом массы. Дефект положительный—в случае разноименных зарядов, и отрицательный—в случае одноименных.

Название: энергический дефект подводит нас к еще одному глубокомысленному заключению Томсона. А именно: силовые линии суть вихревые циркуляции в эфире. Увлекаемый эфир также приводится в движение. Увеличение массы увлекаемого эфира должно компенсироваться понижением интенсивности циркуляции увлекающих силовых линий. А так как эта циркуляция есть не что иное, как потенциальная энергия, то, следовательно, увеличение массы (инерции) есть следствие уменьшения потенциальной энергии (интенсивности циркуляции). Мы приходим к выводу: масса эквивалентна энергии; масса, по существу, совпадает с энергией. То, что называли массой, есть мера связи щеток и трубок силовых линий с эфирной средой. Чем крепче и прочнее связь, тем больше сопротивление эфира движению системы, и это-то сопротивление есть то, что называется массой системы, ибо в Ньютоновой механике понятие массы отождествлялось с инерцией. Установив эквивалентность массы и энергии, Дж. Томсон нашел и самый коэффициент пропорциональности, т.-е. меру эквивалентности. Масса равняется энергии, деленной на квадрат скорости света, т.-е. 9.10^{20}, и

является, таким образом, эквивалентом чудовищного количества энергии, является резервуаром, скоплением этой энергии.

Этими работами был завязан «узел» противоречий новой физики, тяжелых и болезненных противоречий, которые вызвали бесконечное шатание, сомнения и путаницу, не прекращающиеся до сих пор.

Дело в следующем: в умах рядовых физиков и химиков понятие массы отождествлялось с понятием материи. Это было, конечно, грубым методологическим заблуждением. Материя есть категория философская, выражающая объективную реальность, не зависящую от нашего сознания и являющуюся причиной наших ощущений. Масса же есть конкретная физическая категория, входящая в систему физических единиц и точно определяемая. Ньютоновская физика признавала за материей, в качестве ее основных атрибутов, лишь инерцию и тяготение. В вульгарном мышлении рядового ученого эти два атрибута редко дифференцировались и большей частью сливались в одном понятии массы. Напомним, что различение понятий инерции и тяготения далось науке с огромным трудом, и даже Галилею было неизвестно, что это два разные свойства. Масса же Ньютоном определялась, как «количество вещества» или даже прямо «количество материи». Таким образом, масса совпадала с материей.

И вот, когда Дж. Дж. Томсон стал доказывать, что масса отнюдь не есть инвариантное (неизменное ни при каких процессах) свойство электронов; что масса сложной системы не является арифметической суммой масс входящих в нее тел (энергический дефект), т.-е. не является и свойством аддитивным, естественники, по обыкновению, спутали массу с материей и решили, что материя является чем-то переменным, изменчивым, даже вовсе исчезающим, т.-е. совершенно теряет ту субстанциальность, ту устойчивость, вечность и неизменность, которые всегда ее характеризовали. Изменчивость массы была понятна, как «дематериализация материи».

Отсюда пошли идеалистические шатания, изображенные Лениным в «Эмпириокритицизме».

На улице энергетиков был настоящий праздник. Они с торжеством напоминали, что подтвердилась экспериментально та

точка зрения, которую они проповедывали уже много лет. Материя есть лишь один из коэффициентов в уравнениях, выражающих процессы природы, единственной реальностью являются лишь сами процессы, сами изменения. Мыслить, что эти процессы должны иметь своей подосновой какой-то объективный субстрат—материю,—совершенно излишне. Говорят, что движение всегда подразумевает нечто, что движется. Движение есть сказуемое, должно же быть и подлежащее. Но разве природа обязана состоять из подлежащего и сказуемого?—с торжеством спрашивал В. Оствальд в 1899 г. Разве не ясно, что это наивный антропоморфизм? Хотя и трудно нам мыслить процесс движения, не имеющий объективно-существующего субъекта, но мало ли что бывает трудно мыслить. К концепции движения, не имеющего субъектом материального носителя, наука раньше или позже должна привыкнуть. «Дематериализация материи!» Это словцо так и пестрит в статьях и речах, относящихся к началу XX в. Между тем дело шло всего лишь о диалектическом преобразовании и уточнении одного из научных понятий («масса») в духе отказа от метафизических навыков мышления. Уже после того, как эта путаница понятий была материалистически настроенными кругами естествознания преодолена, и реальность материи вновь восстановлена, даже среди самих естественников-материалистов можно встретить отголоски этой путаницы до наших дней.

В то время как на поверхности явлений бушевала словесная шумиха,—продолжалась повседневная работа, положительные изыскания, и год за годом выяснялось, что модные идеалистические теории о дематериализации материи—словесный мусор. К этому убеждению привели две группы фактов.

В 1903 г. Крукс изобрел замечательный прибор; в маленький цилиндрик помещается на конце иглы крохотная крупинка радиоактивного вещества. Дно цилиндрика делается из какого-нибудь фосфоресцирующего вещества, напр., сернистого цинка. В крышку цилиндрика вделана лупа. С конца иглы непрерывно слетают заряженные частицы, каждая из которых, ударяясь о светящееся дно, вызывает на нем вспышку, напоминающую мерцание звезды на темном небе. Подобными звездами испещрено все дно цилиндрика; каждая вспышка есть отдельное

индивидуальное действие одной частицы. Наблюдатель непосредственно видит отдельные атомы гелия. Никакое другое объяснение этого факта невозможно. Еще более поразительные вещи проделал несколько лет спустя Рузерфорд. Он воспользовался тем обстоятельством, что альфа-частица, пролетая сквозь воздух, разбивает значительное количество молекул воздуха, которые попадаются ей на пути, выбивая из них электрические частички (электроны), имеющиеся в каждом веществе. Как электрон, так и остаток молекулы заряжены и сообщают воздуху, в котором они находятся, электропроводность. Каждая альфа-частица разрушает такое большое количество частиц, что воздух получает вполне заметную проводность, ее может обнаружить обыкновенный чувствительный электрометр. Рузерфорд помещал радиоактивное вещество перед воздушной камерой электрометра, и каждый отдельный атом гелия, влетая в камеру, вызывал на одно мгновение отклонение стрелки. Таким образом, Рузерфорд непосредственно подсчитал, сколько атомов гелия испускает данное количество радиоактивного вещества в определенное время. Затем это же количество он оставлял в покое и давал накопиться измеряемому количеству гелия. Ему было точно известно, сколько отдельных атомов за данное время должно было накопиться. Каковы же были восторг и изумление Рузерфорда, когда оказалось, что скопилось именно такое число атомов, какое требовалось по кинетической теории. Такой же опыт он проделал, подсчитывая число излучаемых атомов гелия не по отклонениям стрелки электрометра, а по вспышкам на светящемся экране. Впервые в истории науки ученый наблюдал, что газообразное вещество состоит из отдельных индивидуумов, которые, скопляясь, образуют обыкновенный газ. Работу Рузерфорда невозможно назвать иначе, как экспериментальным доказательством атомного строения материи, и так расценили ее даже наиболее упрямые противники.

В то время как теория электронов и радиоактивность—эти чудесные науки—занимали головы ученых и читающей публики, скромно и незаметно развилась еще одна отрасль науки о материи, которая принесла с собой не менее поразительные успехи и победы атомной теории. Мы говорим о химии коллоидов.

Уже давно было известно, под названием броуновского движения, следующее любопытное явление. Мелкие пылинки, взвешенные в воде (или др. жидкости), не висят на одном месте, а мечутся и прыгают туда и сюда. Замечательное свойство движения пылинок—его полная беспорядочность. При самом тщательном всматривании невозможно было в поведении пылинок подметить хоть какую-нибудь правильность и единообразие. Пылинки скачут, падают и мечутся в самом невообразимом хаосе; чем мельче танцующие пылинки, тем оживленнее и неистовее их прыжки и метания. Это загадочное явление заставило задуматься ученых и получило объяснение феноменалистического характера. Думали, что либо это движение кажущееся и зависит от особенностей прибора, или мы имеем здесь внутреннее движение струи жидкости от неравномерного нагревания ее. Сравнивали брауновское движение с танцем пылинок в солнечном луче, который, конечно, имеет свои причины—прогревание воздуха и происходящие отсюда течения и струйки. В свете разработанной в 50-х годах кинетической теории и термодинамики, изображавшей материю невидимым миром мельчайших частиц, охваченных интенсивными внутренними движениями, броуновское движение получило новый смысл. Виннер (1863) первый пришел к мысли: не является ли броуновское движение проявлением гораздо более мелкого и невидимого движения самих молекул жидкости, в которую погружены пылинки. Не есть ли броуновское движение—непосредственное свидетельство того, что представляемый химиком и физиком мир движущихся частиц материи реально существует и дает о себе весть? Если тепловое движение самих молекул ускользает от нашего восприятия вследствие их ничтожности, то броуновское движение, как отражение, как следствие толчков и беспорядочных ударов молекул, воспринимается благодаря значительным размерам броуновских пылинок. Удар молекулы о броуновскую пылинку должен сообщать ей ощутительный толчок, ибо молекула в среднем движется со скоростью ружейной пули.

В свете работ о коллоидах возникла и такая мысль: не есть ли броуновское движение нечто большее, чем результат или следствие теплового движения молекул, отражающегося на пылинках,—не есть ли оно само тепловое движение пылинок?

Другими словами, если коллоидные частицы суспензий и эмульсий ведут себя, как настоящие молекулы, отличаясь лишь массивностью и флегматичностью, то не суть ли и броуновские пылинки просто-напросто колоссальные молекулы, а их движения — настоящие тепловые движения (подчиняющиеся всем законам кинетической теории, напр., Бойля и Гэ-Люссака)? Если броуновские частицы—просто громадные молекулы, настолько громадные, что их поодиночке можно видеть и наблюдать, то ведь тогда возможно своими глазами проверить газовые законы, непосредственным рассматриванием и подсчитыванием подтвердить учение о молекулярных движениях, представлявшихся раньше лишь мысленному взору физика, а теперь оказавшихся доступными наблюдению для всякого смертного. Если бы это оказалось возможным, то наука получила бы еще одно экспериментальное доказательство полной правильности представлений о материи, как о совокупности охваченных нестройным движением мельчайших частиц.

За проверку этой заманчивой гипотезы (которая ведь пока оставалась только гипотезой, предположением) взялся французский физико-химик Перрен. После долгих лет настойчивой черной работы, он научился изготовлять броуновские растворы с частицами любых величин, диаметров и плотностей. В совершенстве овладев методами наблюдения и подсчета движения частиц, он приступил к опытной проверке газовых законов на эмульсиях, состоящих из растворителя (чаще всего воды), в которой были взвешены мельчайшие шарики, состоявшие из смолистых веществ.

Перрен всесторонне исследовал поведение коллоидальных частиц и доказал, что они ведут себя, как молекулы идеального газа, подчиняющиеся всем законам кинетической теории.

Работы Перрена произвели колоссальное впечатление и поставили его в разряд первоклассных мастеров науки. Он открыл науке своеобразный мир огромных молекул, изучил его и доказал, что эти молекулы по своим законам ничем не отличаются от тех гипотетических молекул, которые пророчески предвидели физика и химия XIX в. Опытное подтверждение правильности молекулярных представлений было в руках ученых, и первый встречный мог убедиться в них. Энергетики и

махисты, насмехавшиеся над атомами и молекулами и сравнивавшие тепловые движения с «почтенным шабашем ведьм», были совершенно обескуражены. Им оставалось только откусить те языки, которыми они произносили издевки и скептические остроты по адресу атомной теории и произносили с особенным азартом как раз в те годы и месяцы, когда торжество и окончательное утверждение атомной теории были у дверей. История насмеялась над ними, ибо их борьба с атомной теорией разгорелась почти в самый момент окончательной победы этой теории. К сожалению, когда все это открылось и стало известно всем и каждому, «Эмпириокритицизм» Ленина был уже написан, и он не смог использовать работ Рузерфорда и Перрена для борьбы с энергетиками и махистами. Однако, его предсказания скорой победы материалистических тенденций в естествознании над идеалистическими оправдались раньше, чем просохли чернила на его рукописи.

Самые заядлые враги атомной теории, поставленные перед новыми фактами, должны были капитулировать. Их насмешки над атомной теорией звучали насмешками над их собственной близорукостью. Вождь энергетической школы Вильгельм Оствальд сделал раньше других недвусмысленное и открытое заявление о признании своих ошибок:

«Теперь я убежден,—писал он в 1908 г.,—что в последнее время мы получили опытное доказательство прерывного или зернистого строения материи, которого тщетно искала атомная гипотеза в продолжение сотен и тысяч лет. Изолирование и подсчет газовых ионов (речь идет о работах Рузерфорда.—Л. Р.)—с одной стороны, ... а с другой — совпадение броуновского движения с требованиями кинетической гипотезы ..... дают право самому осторожному ученому говорить об опытном доказательстве атомной теории материи. Атомная гипотеза возведена таким образом в рамки научной, прочно обоснованной теории».[1]

Мы не будем перечислять других заявлений энергетиков, пошедших в атомистическую Каноссу. Все они звучат в том

[1] Предисловие к 8-му нем. изд. «Основ физич. химии». Всего за год (!) перед этим Оствальд напечатал статью «Судьба атома», где отзывался об атомной теории в самом насмешливом тоне.

духе, что вместе с существованием атомов и реальное бытие материи надо считать доказанным. Отрицание реальности материи стало невозможно. За последние десятилетия было разработано около 14 различных способов косвенного определения числа Лошмидта, выражающего число молекул в единице объема газа. Эти способы совершенно разнохарактерны по принципам, лежащим в их основе. Если бы мельчайшие частицы материи и сама материя не имели реального существования, то любой из этих способов мог бы дать любую величину в пределах от нуля до бесконечности, и, однако, результаты всех этих определений совпали между собой совершенно изумительно. Приводим таблицу из книги Перрена— «Атомы»:

ЯВЛЕНИЯ	Число Лошмидта	
Внутреннее трение газов	62	10^{19}
Распределение зерен эмульсии по высоте	68	»
Броуновское движение: а) Перемещения	64	»
б) Вращения	65	»
в) Диффузия	69	»
Флюктуации плотности эмульсии	60	»
Критическая опалесценция	75	»
Голубой цвета неба	65	»
Рассеяние света в аргоне	69	»
Спектр черного тела	61	»
Заряд микроскопических частиц	61	»
Радиоактивные явления: а) Заряд альфа-частиц	62	»
б) Образование гелия	66	»
в) Исчезновение радия	64	»
г) Излучение энергии	60	»

«Нельзя не удивляться,—заключает Перрен свою книгу,—как согласуются между собой результаты исследований столь различных явлений. Если мы вспомним, что одна и та же величина получается в результате варьирования условий и явлений, к которым прилагаются эти методы,—мы придем к заключению, что реальность молекул имеет вероятность, весьма близкую к достоверности... Мы можем исключить число Лошмидта из тех 13-ти уравнений, которые служили для его определения, и

мы получим 12 уравнений, в которые входят только доступные чувствам данные. Эти уравнения будут выражать связи, существующие между явлениями, на первый взгляд совершенно между собою не связанными, как броуновское движение, голубой цвет неба, вязкость газов и спектр черного тела или радиоактивность».

Отрицать реальность молекул стало невозможно, и многочисленные противники атомной теории один за другим признавали это. Приведенную таблицу можно назвать не чем иным, как экспериментальным доказательством объективности материи.

Некоторым прекраснодушным людям дело представляется так, что после указанных работ идеализм в естествознании был окончательно искоренен. Борьба с идеализмом отошла в прошлое, как ненужная. Конечно, представлять дело так— чистейшее ребячество. Материализм и идеализм — не только категории философии и логики, они суть идеологические эквиваленты классовой борьбы, в классовом обществе. И, конечно, идеализм Махов и Оствальдов коренился не только в их личных особенностях, а отражал собой давно совершившийся отход буржуазии с революционных идеологических позиций на реакционные. Идеологическая борьба в естествознании не прекратилась. Мы знаем, что она и не может прекратиться, пока существуют классы. Вся суть дела в том, что эта борьба приняла новые формы, и если раньше она велась под флагом отрицания реальности материи, то теперь эта борьба должна была пойти по другому руслу.

II. Схоластический материализм

Борьба естественно-научных теорий есть борьба идеологическая и происходит нередко вовсе не от стремления точнее и объективнее понять изучаемый предмет, а является наносной на практической работе ученых, совмещающих реакционное мистификаторство в теоретических обобщениях с материалистической научной практикой. Около 1910 года классический махизм и энергетика были окончательно добиты развитием атомной теории, должны были свернуть знамена и признать реальность атомного мира. Какую же форму приняла идеологическая борьба? По какому фронту пошли нападки мистики

и реакционной идеологии на материалистическую работу науки? Резюмируя суть ведущейся в настоящее время борьбы, можно сказать, что, вместо борьбы за реальность атомов, материализм в естествознании сражается сейчас за реальность эфира. Не атомы, а эфир является в настоящее время базой для нападок реакционной идеологии. Мы будем, по предложению тов. Цейтлина, называть неосхоластикой то течение современной физики и химии, которое, видя невозможность классического махизма и агностицизма, приняло платформу релятивизизма и отрицания реальности эфира. Задача буржуазных идеологов в области естествознания—не допустить дальнейшего прогресса материалистического естествознания, запутать материалистическое, т.-е. ясное и понятное объяснение процессов природы, напустить тумана и мистики в электронную теорию, облечь в идеалистический жаргон положения теории квант и провозгласить в 1001-й раз недостаточность материалистического взгляда на мир. Современная схоластика не может больше бороться с реальностью атомов и выступает не против материализма вообще, а «лишь» против материализма механистического. Савлы, превратившиеся в Павлов, стараются не допустить органической связи между старыми и новыми механистическими учениями, учение об атомной механике изобразить не как органическое развитие и расширение механических принципов, а как их крах; затруднения электронной теории—не как «кризис роста» механистической физики, а как агонию механистического взгляда на природу.

Неосхоластика исходит из противоречивости моделей эфира. Констатируя недостаточность каждой из предложенных моделей эфира и их взаимные противоречия, схоластика заключает о несуществовании эфира. Но не трудно видеть, что при этом то, что было ясным и понятным, становится сугубо непонятным и загадочным. Явления, объясняемые эфирной физикой исчерпывающе, превращаются в ребусы природы, неразрешимые загадки. В самом деле, свет есть колебания, но колебания чего? Колебания мировой эфирной субстанции, наполняющей вселенную,—отвечает материалистическая (механистическая) физика. Свет есть колебание пустоты, изменения сил в точках пустоты,—отвечает схоластика. «Законы электромагнитных явлений,—

пишет Френкель,—оказалось невозможным истолковать с точки зрения механики эфира. Подобное истолкование наталкивается на неразрешимые противоречия. В результате эфир был если не формально, то фактически упразднен; физика вернулась к принципу действия на расстоянии, но не мгновенного, а запаздывающего, передающегося через пустоту от одного электрона к другому... Энергия, а, следовательно, и масса систем электронов, непосредственно связывается не с самой системой, а с возбуждаемым ею электромагнитным полем, локализуясь, так сказать, в пустоте». [1]

В этой маленькой цитате заключается густой клубок мистики и тумана, который Френкель разводит на протяжении своей книги о строении материи. Во-первых, колеблется пустота, субъектом волн является геометрически, а не физически (картезиански) понимаемое пустое пространство; но так как волны несут с собой энергию света, то, следовательно, энергия также локализуется в пустоте, не имея никакого реального носителя. Масса эквивалентна энергии, а потому и масса имеет своим источником и субъектом пустоту. Материалисту ясно, что все это чистая мистика, методологически бесплодная схоластическая чепуха. Что значит колебание в геометрической пустоте? Как понять, что пустота является источником и субстратом энергии и массы? Как возможно работать с подобными представлениями? Мы увидим в дальнейшем, какую кучу нелепостей должна громоздить схоластическая физика, а пока особо отметим заявление Френкеля о том, что необходимо вернуться к учению о дальнодействии. Мы говорили, что механистическая физика, уничтожившая дальнодействие, была громадным завоеванием науки, ибо учение о непосредственном воздействии тел через пустое пространство делает невозможным представление о необходимой и однозначной связи явлений. Причинное понимание природы должно связывать всякое изменение во всякой точке с бесконечно близко предшествующим изменением и с бесконечно близкими точками. Такое понимание принесла только механистическая физика, давшая монистическое представление о природе. Учение о дальнодействии неразрывно

[1] Френкель. Строение материи. Изд. «Сеятель», 1923. Часть I, стр. 108—109.

связано с понятием о «силах», сидящих в вещах и вызывающих явления. Воскрешая теорию дальнодействия, схоластика должна воскресить и учение о силах как действующих раздельно от материи нематериальных агентах, признать за ними объективное существование; это и делается. Френкель в главе о природе света подробно поясняет читателю, что световые колебания отнюдь не являются движениями каких-нибудь материальных элементов, а суть изменения силовых состояний точек пространства; они суть «силовые колебания». Мистические «силы», враждебные ясному и понятному учению вихревой физики Максвелля, Герца и Томсона, извлечены схоластикой из архива науки, пыль и плесень годов поспешно стерты с них, и они водворяются на почетное место. Световые колебания, по учению схоластиков, не суть реальные движения, а изменение без движений. Френкель и Хвольсон отрицают, что в механистической физике было упразднено дальнодействие. «Эфир не спасал ее (теорию Максвелля) от действия на расстоянии, заменяя лишь большие видимые расстояния между наэлектризованными телами маленькими, невидимыми расстояниями между соседними частицами эфира». [1] Общеизвестно, что эфир, состоящий из атомов, был гораздо менее удачной и плодотворной моделью, чем концепция непрерывного эфира или идеальной жидкости. В непрерывном же эфире нет никаких частиц, и там действие (движение) передается непрерывно. Френкелю это, конечно, отлично известно, и, замалчивая гипотезу непрерывного эфира, он совершает явную передержку, которая нужна ему для того, чтобы оправдать возврат к мистическому учению о дальнодействии и силах.

Мы говорили, что эфирная физика объясняла массу, как сопротивление эфира движению силовых линий. Масса была мерой прочности связей тела с мировым эфиром. По этой теории совершенно ясно, во-первых, почему существует инерция, какова ее природа, почему эта инерция (масса) переменна для разных скоростей движения и для разных направлений движения; было также ясно, почему масса эквивалентна энергии. Схоластика, упраздняющая эфир, объявляющая его примитивизмом ненаучного мышления, совершенно не в состоянии объяснить

[1] Я. Френкель. Там же, стр. 108.

этих фундаментальных фактов. Во-первых, что такое масса? Пустота никакого сопротивления движению оказывать не может. Значит ни пространство, ни процесс движения не являются факторами, создающими массу. Масса снова превращается в первичное и ни к чему не сводимое свойство, совершенно загадочное по своей внутренней сущности. Как понять переменность массы? Если, по теории Томсона, это совершенно ясно, то неосхоластика создает чудовищную концепцию «самоторможения» электрона. Френкель следующим образом описывает возрастание массы электрона со скоростью. Так как электрон имеет конечные размеры, является некоторым пространственным телом, то нужно считаться с теми силами, которые действуют между отдельными частицами электрона, между образующими его элементарными зарядиками. Когда электрон движется, то его эффективный объем удлиняется, т.-е. пространство, занятое лучеиспускающей субстанцией, увеличивается. Между отдельными зарядиками электрона возникает и передается все усиливающаяся сила взаимного торможения. Это взаимное торможение частей электрона замедляет его скорость и производит то, что мы называем кажущимся увеличением массы. С этой точки зрения электрон то подталкивает сам себя, то сам себя задерживает и тормозит; по остроумному замечанию тов. Цейтлина, подобный электрон является настоящим бароном Мюнхгаузеном, который сам себя за волосы вытаскивал из болота.

Злоключения схоластической концепции на этом только начинаются. Однородной по существу с электромагнитной массой является так называемая взаимная электрическая масса, происходящая от того, что количество эфира, увлекаемого двумя сетками силовых линий, изменяется, когда эти сетки переплетаются в одну общую систему, при чем в зависимости от знака зарядов несущих сетки силовых линий взаимная масса может быть положительной и отрицательной. Отрицая электромагнитную массу, неосхоластика для последовательности должна отбросить и массу взаимную, как однородную по происхождению, отказавшись от объяснения еще одного фундаментального факта. Без ясной и понятной теории взаимной массы настолько трудно объяснить важнейшие физические проблемы, что схоластика

допускает следующий возмутительный прием. Объяснив и выведя ряд законов из учения о протяженном электроне и взаимной массе его заряда, она задним числом эту взаимную массу отрицает и протяженный электрон объявляет фикцией. После того, как научные выводы сделаны, можно (в полном, бьющем в глаза противоречии с выше изложенными фактами) разводить мистическую кофейную гущу о недостаточности механистического объяснения природы. Классический образчик подобной теоретической путаницы приводим из той же книги Френкеля.

«Выше мы пытались трактовать эту массу (электрона) как взаимную по отношению к бесконечно малым зарядикам, из которых слагается электрический заряд электрона, и которые распределяются более или менее равномерно, в некотором конечном объеме. Можно ли, однако, считать электрон пространственно протяженной частицей? Если да, то каким образом обеспечивается нерасчленимость электрона, какими силами уравновешивается взаимное отталкивание различных элементов его объемного заряда? Не проще ли считать электрон точечным образованием, совершенно лишенным какой-либо протяженности? Правда, при этом собственная масса электрона превращается в такое же первичное (т.-е. ни к чему не сводимое) свойство, как и его заряд, но с этим, мне кажется, легче примириться, чем с возможностью существования нерасчленимого протяженного электрона». [1]

Предположение о конечном объеме электрона, во-первых, экспериментально доказано, а, во-вторых, логически неизбежно для самых элементарных соображений физики материи. Поэтому, использовав на сто процентов это представление, Френкель с ясным, безоблачным лицом отбрасывает это представление, заявляя, что гораздо *проще* представлять электрон геометрической точкой. У геометрической точки не может быть взаимной массы, невозможно объяснить даже пресловутое «самоторможение». Поэтому *после* изложения теории самоторможения, *после* рассуждений и выводов, следующих из наличия протяженности у электрона, *только после всего этого* Френкель

[1] Там же, 107—108.

выдвигает мистическую теорию непротяженного электрона. Но это с его стороны логично, ибо если эфир нереален, а с ним силовые линии и вихри, то протяженный электрон является нонсенсом; отрицая реальное протяжение эфира, неосхоластика неизбежно приходит к отрицанию протяженности электронов.

Учение о непротяженности элементарных частиц материи вовсе не ново и хорошо известно философам. В конце XVIII века философ и математик Боскович уже предлагал считать материальные атомы непротяженными точками, которые являются лишь центрами столкновений и взаимодействий сил природы. Эти непротяженные и нематериальные силы и суть единственные реальности. Не трудно связать эту теорию с динамизмом Лейбница и Шеллинга, показать всю логическую неизбежность идеалистических заключений, к которым она приходит. Более важно указать на связь этой теории с древним пифагорейством. Если атом или (как теперь утверждает Френкель) электрон есть геометрическая точка, то, значит, никакой внутренней структуры, никакого сложного устройства он иметь не может. Никакие качественные определения и характеристики не приложимы к геометрической точке, кроме числа. Таким образом, природа, состоящая из непротяженных точек, имеет сущностью своей количества, числа. Пифагорейский атомизм неизбежно приводит к идеализму, ибо оказывается не в состоянии объяснить, как возникают все многообразие и богатство реальных качеств и объектов природы. Точечные атомы (либо электроны) бесформенны, бескачественны. Как же возникают качества? Какова природа качественных различий вещей? Пифагорейский атомизм вынужден ответить, что в природе вещей этих качественных различий не существует, а они всецело привносятся познающим субъектом, являются игрой этого субъекта, эпифеноменами сознания. И к такой-то точке зрения, преодоленной и отвергнутой еще в XVIII веке, несостоятельной научно, несостоятельной философски, ибо в истории философии пифагорейство отвергнуто и разлетается в прах под ударами диалектически-материалистической критики,—к этой точке зрения предлагает нам вернуться проф. Френкель. И эту пропаганду реакционной философской позиции он открывает после того, как использовал

материалистические представления об электроне. Френкелю «легче примириться» с отказом от ясного и понятного объяснения природы электричества, чем с механистическими мировоззрениями. Мало ли с чем легко или трудно примириться тому или иному профессору. Ему зато легко примириться с тем, что и инертная масса и заряд продолжают оставаться несводимыми и первичными моментами, и путь к рациональному объяснению механики атома закрыт.

Энергия, которую вихревая физика трактует как движения эфирных струй, вихрей и т. д., проявляемые в бесконечно многообразных формах, также непонятна для неосхоластики. Если нет эфира, и в эфире нет никаких движений, если электромагнитные колебания не суть вовсе реальные движения, а лишь изменения силовых состояний, то что же такое энергия? Схоластика не в состоянии дать членораздельный ответ. Выход она находит в словах. Ей остается одно: объявить и энергию несводимым первичным понятием, новым инвариантом природы. Френкель, притворяясь рассуждающим всерьез, делая хорошую мину в плохой игре, заявляет, что энергия есть «фиктивная субстанция», разлитая в пространстве и локализованная в пустоте. Слова, слова, слова...

Электроны, вращающиеся в атомах, передают энергию своих колебаний световым излучениям. Как же объяснить переход энергии от материальных электронов к нематериальной пустоте? Как объяснить переход энергии из пустоты опять на материальные тела? Физик Зоммерфельд [1] заявляет, что, хотя эфир и упразднен наукой, однако, можно условиться применять с л о в о эфир для обозначения «возможности передачи колебаний» от электронов пустоте, и от пустоты опять электронам. Итак, эфир есть возможность передачи колебаний, т.-е. чисто логическое понятие, не имеющее реального прообраза. Однако, Зоммерфельд приступает к довольно детальному и положительному изучению этой логической фикции. Оказывается, что фикция состоит из ротаторов и осцилляторов, способных к таким-то и таким-то колебаниям, и передает эти колебания со строго

[1] А. З о м м е р ф е л ь д. Строение атома и спектры. ГИЗ. 1926.

определенной конечной и постоянной скоростью. На этом примере удивительно ярко демонстрируется бессилие схоластиков работать, применять в своей конкретной научной деятельности свое релятивистское учение. Изучают эфир, выводят для него уравнения, а потом с невинным видом заявляют, что под эфиром подразумевалась лишь логическая фикция; впрочем в последнем издании своей книги Зоммерфельд оказался «решительней» и изгнал всякое упоминание об эфире.

Запутав и усложнив до невероятности основные понятия физики, напустив туману в ясный воздух, набросив мистическое покрывало на ясное и понятное учение вихревой физики о массе, энергии, движении, силах и т. д., схоластика сама совершенно запутывается в нагроможденных ею мистических понятиях, и наиболее честные и искренние из ее представителей впадают в настоящую панику. В 23-м году вышла очень любопытная книга знаменитого русского физика Хвольсона, человека колоссальных знаний и в прошлом полуматериалиста, во многих вопросах теоретической физики занимавшего вполне приемлемую позицию. Эта книга--сплошной вопль наболевшей души. [1] Старый ученый пишет, что физика идет по ложному пути; что с прогрессом физики в ней распространяется дух непонятности; чем дальше развивается физика, тем она менее понятна. Новые теории физики, особенно квантовое учение, — сплошная шарада. Разработка научных проблем идет с небывалой интенсивностью, но никто из ученых не понимает того, что он делает. Особенно пугает Хвольсона учение об атоме и внутриатомных движениях. «Тут полный тупик, тут все непонятно»,— восклицает он в полном отчаянии. Чему же здесь удивляться? Как могло быть иначе? Если физика из идеологических соображений, страха ради иудейска, отказалась от лучших достижений механического миропонимания, она тем самым обрекла себя на тупик и безвыходность, ибо вне механистического (эфирно-вихревого) объяснения природы исхода нет; через него лежит большая дорога развития науки, а схоластика осуждена блуждать по запутанным и глухим тропинкам реакционных философских школ и школок. Хвольсон приходит к трагическому

[1] Хвольсон. Характер развития физики за последние 50 лет. ГИЗ, 1923, стр. 209.

выводу о том, что, вероятно, в развитии науки наступила новая эра; наука подошла к таким объектам, которые по самой природе своей недоступны для человеческого понимания, и им навсегда суждено остаться такими, а человечеству—скользить по поверхности этих объектов и мучиться вопросом об их природе. Вероятно,—заканчивает Хвольсон,—нужно отказаться от прежней веры в познаваемость природы и стать на точку зрения агностицизма. Словно испугавшись этих слов, в которых заключается отказ от дела своей жизни и призыв к донаучным представлениям, Хвольсон тотчас же берет свое заявление обратно и говорит, что надо надеяться на лучший исход. Но марксисту видно, в чем тут дело. Релятивизм и схоластика уводят физику в сторону от прямой дороги, уводят ее в тупики, и те, у которых не хватает мужества понять это и отказаться от идеологических представлений, неизбежно приходят к отчаянию и агностицизму. Книга Хвольсона, с субъективной стороны представляющая глубоко искреннюю исповедь, замечательный человеческий документ, объективно есть реакция, буржуазное мистификаторство науки и подлежит резкому осуждению. Если Хвольсон видит одни тупики, то значит колоссальные задачи новой физики не для усталых, состарившихся и потерявших веру в свое прежнее кредо. Молодые работники сохранят хладнокровие и в тупики не пойдут.

Еще раз напомним, что новая схоластика не отказывается открыто от материализма. Она подчеркивает, что объективность мира под вопрос не ставится. Ей важно доказать крушение механического материализма, недостаточность мыслить природу как совокупность реальных движений. Академик Иоффе, другой виднейший русский физик, писал в статье, посвященной теории относительности: «Теория, описывающая материальные явления и физические процессы в материи, не может противоречить материалистическкому миропониманию, если только она стремится возможно лучше описать свойства материи» («Правда» за 1 янв. 1927 г.). И дальше автор проводит ту мысль, что всякий человек, который говорит о материи,—тем самым материалист. Иоффе, хотя релятивист и махист, не может отрицать объективности материи. Реакционная, идеалистическая сущность его мировоззрения в том, что Иоффе мистифицирует как самоё материю, так

и основные категории материальных процессов, отрицая эфир, реальность световых движений, искажая и путая понятия массы, энергии, заряда и т. д., возвращая науку к учению о дальнодействии.

Другую модификацию современного неосхоластика представляет Густав Ми,[1] который учит, что эфир хотя и существует, но не воспринимаем и никогда в область человеческих восприятий не перейдет. Мы знаем, что основная характеристика материи та, что она является объективно-реальной причиной наших ощущений, отражается в наших органах чувств. Поэтому эфир Ми, с марксистской точки зрения, вовсе не есть материя. Это не мешает Ми называть себя материалистом и развивать картину мира, в общем приемлемую и во многих частях понятную, поскольку он признает эфир объективно существующей физической субстанцией. Изображая материальные процессы проявлениями эфирной субстанции, Ми рисует картезианскую картину. Однако, не в этой картезианской картине суть, а в том, что Ми настойчиво подчеркивает невоспринимаемость эфира, повторяет без конца о том, что механистическое мировоззрение устарело, ничего не дает; что механические аналогии всегда недостаточны и т. д. «Разнообразие детальных тончайших движений,—говорит Ми,—всегда будет смеяться над попытками детально описать их». Само по себе это верно. Однако, преувеличенное доверие к моделям, к их точности и сходству с изображаемой ими действительностью были недостатком старой механистической физики. Развитие науки, крах всяких теорий, абсолютизировавших свои модели, привел науку к твердому убеждению в относительном и преходящем характере физических моделей. Но следует ли из этого, что нужно вообще упразднить модельное мышление; что не нужно больше искать в явлениях природы реальных движений? Так могут отвечать только люди, которые ценят в познании лишь метафизический абсолютный элемент, люди, которые хотят последнего и окончательного знания. Ленин, говоря, что физика рожает диалектический материализм, и с большими родовыми

---

[1] См., напр., Ми: Молекулы, атомы, мировой эфир, стр. 129, или ст.: Проблема материи, в «Под зн. маркс.», за 1927 г., № 1.

муками, говорил о том, что материалистические физики побеждают веру в абсолютную истинность моделей, научаются правильно понимать соотношение абсолютного и относительного момента в научном познании. Всякая механистическая модель отображает лишь одну сторону действительности, отображает неточно и приблизительно, и это нужно все время помнить; ни на минуту не нужно забывать о преходящем характере этой модели. Но остается несомненным, что лишь модельное мышление, преодолевшее метафизические недостатки, дает возможность материалистически подходить к проблемам природы и правильно решать их. Все есть материя и ее движения, реальные и постигаемые движения, — эта основная посылка механистической физики остается в силе целиком и полностью.

Теория квант стала ареной особенно активной борьбы схоластики с механистическим, т.-е. ясным и понятным миропониманием. Исходной платформой релятивистов является тот факт, что ясных физических моделей, изображающих квантовые процессы, не существует, вернее — не существовало до последних лет.[1] Объяснения квантовых уравнений дано не было. Посмотрим, какие именно черты теории квант особенно настойчиво требуют механистической интерпретации (почему атом не лучеиспускает? Какие процессы приводят атом к скачку? Почему в процессе скачка, когда еще неизвестна та орбита, на которой остановится электрон, и неизвестна еще разность энергии, длина волны уже определена и т. д.). Не умея объяснить этих фактов, физики продолжали изыскания в формальном направлении, составляя уравнения, выводя из них следствия и т. д. Эта работа была плодотворна. Вычисления подтверждались опытом, открытия сыпались градом. Но неясности оставались, и теория Бора, носившая первоначально ультра-механистический характер и изображавшая новую группу процессов природы как движения, мало-по-малу приобретала формалистскую окраску. Два крупнейших работника теории строения атома—Зоммерфельд и Бор— раньше всех забыли механистический смысл своей теории, раньше

[1] В настоящее время уже есть гениальная попытка Дж. Дж. Томсона физически интерпретировать световые кванты.

других ударились в панику и стали кричать о тупике, о безвыходности, о невозможности рационально понять квантовые процессы. Зоммерфельд на научном съезде поставил вопрос о том, чем определяется длина волн той вереницы, которую испускает электрон во время прыжка? Ответ Зоммерфельда таков: надо предположить, что электрон знает, куда именно он прыгнет; ему предназначено остановиться на той, а не другой орбите. Надо думать, что движениями электрона управляет настойчивая и властная судьба; лишь телеологически возможно объяснить этот фундаментальный факт; от применимости закона причинности к внутриатомным явлениям надо отказаться.

Бор идет дальше и открыто сомневается в возможности дать пространственно-временное описание внутриатомных процессов. Сложность движения так велика, соблюдение полной гармонии и стройности так непостижимо, что описать всю колоссальную сложность движений, прецессий, скачков и вращений во времени и пространстве принципиально невозможно. Через год—полтора Бор сменил вехи и в коллективной статье выдвинул гипотезу так наз. виртуальных (фиктивных) электронов. Электроны вращаются на консервативных орбитах и излучают. Предположение об отсутствии излучения надо отбросить. Но дело в том, что энергия этого излучения равна нулю. Здесь нет ничего, кроме словесных вывертов. Излучение без энергии упраздняет энергию; и мы увидим, что Бор с Зоммерфельдом считают необходимым упразднить закон сохранения энергии, хотя бы в его классической формулировке. Прыжки электронов с одних орбит на другие также не существуют. Обмен энергией между атомами происходит вовсе не путем волн. В одних атомах энергия исчезает, превращаясь в небытие, в других появляется из ничего. Закон сохранения энергии осуществляется статистически. В настоящее время Бор отказался и от этой концепции, вернувшись к первоначальным взглядам. Но не в том дело, вернулся он или не вернулся к ним, а в том, что проповедь отказа от закона причинности, пространственно-временного описания физических процессов, провозглашение телеологии и физического фатализма велась крупнейшими работниками науки. Сопоставляя заявление о невозможности пространства временного описания внутриатомных процессов со словами Ленина,

что естествознание никогда не выходит за пределы времени и пространства, предоставляя это занятие попам и мистикам,— сопоставляя эти два заявления, совершенно ясно видишь, что словесные выверты Бора и Зоммерфельда ничего общего не имеют с развитием конкретной науки; что все это чуждо науке и представляет наносную плесень и гниль; что борьба Френкеля, Хвольсона, Ми, Бора, Зоммерфельда и их более мелких поклонников против механистического естествознания представляет из себя прямое продолжение (в новой форме) борьбы махизма и релятивизма с материализмом, которую наблюдал Ленин, и в которой он принял деятельное участие, резко взяв под защиту механистов против идеалистов и формалистов, отлично видя и сознавая недостатки механистической физики, которые он вскрыл и многократно подчеркивал.

Поражаешься, какую колоссальную разницу представляют настроения представителей современной механистической физики по сравнению с тупиковым упадочничеством Хвольсона, Зоммерфельда и др. Среди воплей о крахе физики, о тупиках, о непонятности современной физики лучшие представители материалистического крыла — Дж. Дж. Томсон, Нернст и другие— сохраняют полное хладнокровие. Они совершенно нерасположены впадать в панику по поводу временных неудач попыток физической интерпретации квантовых процессов. Они не расположены пускаться на шулерские проделки с эфиром, продиктованные стремлением соблюсти релятивистское целомудрие, и в то же время вести научную работу. Они прямо и недвусмысленно заявляют о том, что реальное и объективное существование эфира — для них предпосылка, из которой они исходят, и без которой они не мыслят научной работы. «Общеизвестно,— говорит Нернст,—что за последнее время существование эфира многократно подвергалось сомнению. Но если многие процессы и можно объяснить без концепции мирового эфира, то несомненно, что для многих процессов, напр., постоянства скорости света, нельзя обойтись без гипотезы невесомой промежуточной среды. Во всяком случае, когда я решительно высказываюсь за существование эфира, я имею на своей стороне многих выдающихся физиков». [1]

«Мироздание и т. д.», русское изд., стр. 32.

Относительно внутренней природы эфира Нернст полагает, [1] что он состоит из протонов и электронов, соединенных в так назыв. нейтроны, и имеет атомное строение. В этом частном вопросе он расходится с Дж. Дж. Томсоном, защищающим непрерывный эфир; но это есть расхождение по частному вопросу. И тот и другой не допускают и мысли о том, чтобы строить картину мира без эфирной субстанции. Дж. Дж. Томсону принадлежит великая честь первой попытки физически интерпретировать световые кванты. Еще в начале XX века он высказал гипотезу о волокнистом строении эфира, по которой непрерывная среда включает вихревые шнуры или вихревые волокна силовых линий. В колебаниях этих шнуров и локализуется энергия электромагнитных колебаний. Теперь Томсон следующим образом развивает свою теорию. Электрические трубки силовых линий образуют два класса: 1) кончающиеся на электронах (эти трубки исключительно изучались до сих пор) и 2) не кончающйеся на электронах. По теории Гельмгольца, концы вихревого столба не могут свободно существовать и должны замыкаться кольцом. Такие силовые шнуры, смыкаясь в кольца, могут свободно двигаться, не влача за собой электрических атомов. Свет, испускаемый молекулой, состоит из колебаний вихревых шнуров, подобных колебаниям бечевок. Но эти бечевки окружают кольцевой вихрь, который мчится перпендикулярно своей плоскости в окружении обычных силовых линий максвеллевского типа. Почти вся энергия сосредоточена в кольце. Это кольцо и есть световой квант. А колебания вихревых бечевок или волокон суть поперечные волны классической электродинамики. Кольцевые вихри, зацепляясь за другие атомы, могут ими поглощаться; в этом и состоит поглощение света. Томсон, таким образом, открыл кольцевые вихри, как новую форму материи. Существование таких колец предвидел В. Томсон, но он считал их за химические атомы. Теперь оказывается, что его предведение сбылось, но имеет совершенно другой физический смысл. Товарищ Цейтлин в интересной статье о квантах [2] указывает, что подобное представление непосредственно вытекает из электродинамики Максвелля. Уже

---

[1] В последних изданиях «Теоретич. химии».

[2] «Под зн. маркс», 1925 г.

в этом воззрении сочеталась непрерывность эфира с прерывностью вихревых шнуров, локализованных в узких областях эфира. Уже теория герцевских вибраторов, последовательно продуманная, должна была привести к заключению, что электромагнитные волны, излучаемые ими, суть кольцевые вихри, а не бесконечные судорожно извивающиеся «бечевки». Эти вихревые кольцевые шнуры отшнуровываются от электронов. В природе существуют волны обоих типов, поэтому синтетическая теория Томсона есть лишь логически продуманная концепция классической электродинамики. Теория световых квант, таким образом, генетически происходит из старой физики. При переходе от медленных движений к быстрым появляется прерывность движения, квантовые условия и проч. парадоксальные особенности новой физики. С другой стороны, как оказалось, даже и методами одной лишь старой механики можно притти к уравнениям, заключающим константы квантовой теории.

Новая теория строения материи раскрывает, таким образом, перед нами глубочайшее единство всех материальных вещей и всех сил природы. Все камни, минералы, звезды, растения построены из двуединой электрической материи, являющейся лишь особыми точками, узлами бесконечного эфирного океана, переплетенными густой паутиной силовых линий и непрерывно движущихся в бесконечно многообразных формах. [1] Это движение материальных элементов неотделимо от их бытия. Покоящаяся материя есть чистейшая бессмыслица по представлениям электронной теории. Взаимодействиями электрических зарядов внутриатомная механика объясняет (теперь мы с уверенностью это можем сказать) все проявления физико-химических сил. Прежде всего химическая сила исчерпывается электрическими взаимодействиями. «Химическое насыщение» есть достижение устойчивой механической электронной конфигурации. Все химические реакции суть механические движения и перемещения электронов. Химия есть отдел электричества, изучающий сложные электронные системы. Путь к сведению

[1] В этом представлении сочетается прерывность электронов, линий, и т. д. с непрерывностью эфирной среды. Здесь преодолены и сочетаны старый атомизм с картезианской идеей. К подобному представлению чисто интуитивно приходил Гегель.

химии и физики твердо проложен. Молекулярные силы сцепления в жидкостях и газах также являются проявлениями остаточного электрического сродства внешних электронов, не насыщенных центральным зарядом. Так называемые капиллярные силы, заставляющие жидкости «смачивать» капиллярные трубки и производящие другие сходные действия, упругие силы, противящиеся сгибу стальной пластинки, силы сцепления в кристаллах,—все это многообразные проявления остаточных электрических взаимодействий.

Теория Бора, представляющая атом сложной планетарной системы, не является единственным вариантом модели атома; Штарк, Льюис, Лангмюр и др. разрабатывают статическую модель атома, предполагая, что электроны покоятся в определенных положениях. Причиной, которая обеспечивает устойчивость атома, является, как полагают сторонники статической модели, перемена знака кулоновским притяжением на малых расстояниях и переход его в отталкивание. Штарк выдвигает для объяснения устойчивости электронов гипотезу об их волчкообразном вращении вокруг собственной оси, при чем по отношению к ядру они остаются неподвижными. Статические модели исторически были первыми и имеют много преимуществ, из которых главное—легкость представления атомной модели. Если электроны закреплены в особых точках, то легко изображать и представлять мысленно конфигурацию атома. В особенности это полезно химикам, для которых вопрос о расположении внешних электронов играет первостепенную роль. Химики поэтому оперируют больше со статическими моделями. Однако, основной их недостаток тот, что они ничего не дают для объяснения спектров. И теория Бора, давшая в этой области столь поразительные успехи, пока конкурентов не имеет. Диалектику совершенно ясно, что если *и* статическая *и* динамическая модели полезны в научной работе, позволяют делать научные предсказания, помогают осмысливать факты, то и в той и другой есть истина, конечно, не окончательная, а лишь отдельные стороны, отдельные моменты действительности. В дальнейшем ходе науки нужно будет синтезировать обе модели, взглянуть на них с некоторой общей точки зрения. Однако, пока что дискуссии ведутся в поразительно метафизичной постановке.

Или та, или другая модель правильна,—полагает большинство естественников. Штарк, очень крупный физик, прямо заявляет, что теорию Бора, в виду несовместимости с химическими фактами, нужно отбросить, как простую иллюзию. «Необходимо, наконец, вернувшись к основным положениям и фактам,.. отрешиться от тормозящей дальнейшее развитие иллюзии и назвать теорию, как бы авторитетна и популярна она ни была, тем, что она есть в действительности,—иллюзией». [1]

Полное неумение диалектически взглянуть на вещи. Замечательная теория Бора, объяснившая загадку спектров, объявляется иллюзией только потому, что некоторые факты органической химии стоят с ней в противоречии (может быть, временном). В научной теории Штарк ценит только момент метафизического и абсолютного знания. Конечно, у теории Бора есть крупные недостатки и, прежде всего, колоссальная сложность движений в модели атома. Но нельзя впадать в крайности и ставить вопрос по принципу «или—или». Диалектический подход должен выразиться в признании обеих моделей правильными и в то же время частично неправильными, недостаточными. Обе модели надо объединить с одной общей точки зрения.

Принципиальной проблемой огромной важности являются факты поразительной аналогии между явлениями микромеханики и макромеханики, астрономии и электроники, мира звезд и мира атомов. Эти аналогии заставляют глубоко задуматься. Прежде всего звезды распределены в мировом пространстве в кажущемся беспорядке, и движутся они в общем нестройными и хаотичными потоками. Уже давно астрономы сравнивали движения звездных газовых шаров с движениями молекул заключенного в сосуд газа и говорили о «звездном газе», наполняющем вселенную. Оказалось, что это больше, чем внешнее сходство. Ряд законов кинетического состояния материи применим к звездному газу. Основываясь на распределении скоростей между отдельными звездами и предполагая, что это распределение подчинено принципу элементарного беспорядка, астрофизика подсчитала возраст звезд. Много других поразительных исследований ведется в этом направлении в настоящее время.

[1] «Природа сил хим. сродства», сб. статей под ред. Шилова, стр. 51.

Клочок газа, находящийся в сосуде, есть настоящий млечный путь, в котором атомы—солнца, окруженные хороводами электронов. Законы гравитационного тяготения и электростатического притяжения выражаются сходной формулой; в обоих случаях сила пропорциональна массам (или зарядам) тяготеющих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния. Поэтому, как мы упоминали, законы небесной механики применимы к атому. Если кинетическая теория газов позволяет решать вопросы звездной астрономии, то небесная механика решает массу важных вопросов механики атома. Схоластики всячески третируют эти глубокие факты. Они объявляют аналогии поверхностными, не имеющими принципиального значения и грубо приблизительными. Они делают это для того, чтобы «унизить» Ньютонову механику и показать, что ей нечего соваться в столь тонкие вопросы, как внутренняя природа материи; пусть механика остается в том черном углу, в котором ей отводит место современный релятивизм.

Наиболее поразительной аналогией является следующая. Радиусы орбит электронов относятся между собой, как квадраты простых целых чисел: 1, 2, 3 и т. д. Это прямо вытекает из квантовых принципов Бора,—и глубоко поразительно, что уже давным давно астрономам была известна аналогичная правильность в расположении планет солнечной системы. Радиусы орбит планет от Меркурия до Сатурна являлись довольно простой функцией квадратов целых чисел. В ряду значений радиусов было пустое место между Марсом и Юпитером, и на этом основании один астроном предсказал существование между Юпитером и Марсом новой планеты. Действительно вскоре в этом месте была открыта планета Церера, оказавшаяся лишь членом громадной семьи мелких планетоидов, являющихся, вероятно, осколками вдребезги разбитой большой планеты. Этот факт на короткое время привлек внимание к правилу, которое, по имени трех его наиболее активных пропагандистов, названо правилом Вольфа—Тициуса—Бодэ. Внимание быстро прошло, правило было объявлено теоретически бессмысленным, эмпиричным; его арифметическая форма вызывала представление о средневековой каббалистике и астрологии, и представители новой астрономии отзывались о нем не иначе, как с презрительной

гримасой.[1] Квантовая теория показала, что аналогичному правилу, лучше сказать—закону, подчинена микроастрономия атома. Повидимому, аналогия вытекает из внутренних законов механических систем. Теория квант должна быть расширена на астрономические объекты; еще яснее становится, что новая механика не исключает, а включает старую.

Во вселенной зажигаются и гаснут солнца, созидаются и гибнут миры. В «микро-вселенной», в мире атомов, аналогичным образом эволюционируют и деградируют отдельные атомы, проходя свой жизненный кругооборот. Как возгораются новые звезды, так синтезируются новые атомы. Даже рыхлость атомов, т.-е. степень наполненности пространства, занятого их действительными объемами, одного порядка со степенью заполненности мирового пространства звездными газовыми шарами. Еще много подобных аналогий можно было бы указать. Все они говорят: все едино, мировая материя гомогенна, ее проявления проникнуты общей закономерностью, и это не исключает, а, наоборот, предполагает, тонкие отличия между электронами и атомами, исчезающе ничтожные по величине бесконечно многообразные формы движений и соответственно сложность природы, неисчерпаемость материального мира.

III. Споры марксистов о материи

Теперь мы подошли к полемике естественников и философов, ведущейся в марксистской среде последние два—три года. В полемике были затронуты коренные, принципиальные методологические вопросы естествознания, в том числе продолжительно и подробно дискутировался вопрос о природе материи, качестве физико-химических объектов и многие другие. В этой дискуссии обнаружилось, что среди части марксистов при подходе к проблемам строения материи обнаружились колебания, сомнения и неустойчивость. Здесь не место решать вопрос о том, кто из спорящих прав, но некоторые проблемы, близко относящиеся к строению материй, мы хотим обсудить.

Основное и главное обвинение, предъявленное т.т. деборинцами (речь идет о группе философов, возглавляемой тов. Дебориным),

[1] См. Костицын. Происхождение вселенной. Сам Костицын довольно вдумчиво отнесся к закону В.—Т.—Б.

то, что современное учение о материи стоит на позиции механистов XVII века, рассматривая атомы, как бесформенные, бескачественные, абсолютно тождественные частицы, характеризующиеся лишь количеством. Современная электронная теория отождествлялась не только с механическим (механизмом типа Гоббса), но даже с пифагорейским учением.

Что это значит? Как можно заявлять, что для естественников атомы или даже электроны суть «бесформенные и бескачественные» частицы? Атом—сложнейшая система, охваченная движениями. «Качество» атома создается числом и расположением электронов, т.-е. количеством, но не им одним, ибо такой момент, как пространственное расположение, не является вовсе количественным (на значение которого указал т. Варьяш). Даже электроны не бескачественны и не бесформенны, и физики прекрасно понимают, что электрон должен в свою очередь быть очень сложной системой,[1] ибо только в этом случае будут понятны некоторые важные его свойства, и в первую очередь то, что электрон не взрывается. Заряд электрона, скорость, масса, траектория суть качества электрона; и наверняка можно сказать, что и субэлектроны, до которых когда-нибудь доберется наука, не будут бесформенны и бескачественны. Существование изотопов и радиоактивности говорит о том, что атомы неодинаковы, и между ними есть тончайшие отличия в тонких особенностях конфигурации и главное в возрасте, ибо атомы рождаются, дряхлеют и погибают. Наконец, учение о непрерывном становлении материи, возникновении и исчезновении ее в недрах эфирного океана, учение о том, что электрон выделяется из эфирной среды лишь особенным состоянием, выражающимся особой формой движения, и вне движения вовсе не существует,—все эти глубоко диалектические положения науки о материи не существуют для тов. Деборина и его учеников, приравнивающих эти воззрения ко взглядам Гоббса. Между тем Ленин был совсем другого мнения. Им многократно подчеркивалось стихийное проникновение диалектики в естествознание. Сопоставим два заявления, выявляющих две точки зрения на современную физику и химию.

---

[1] См., напр., Р. Милликен. Электрон. ГИЗ. 1924, гл. VII, и мн. др.

Ленин.

«Этот шаг (к диалектическому материализму) делает и сделает современная физика, но она идет к единственно верному методу и единственно верной философии естествознания не прямо, а зигзагами, не сознательно, а стихийно, не видя ясно своей конечной цели, а приближаясь к ней ощупью, шатаясь, иногда даже задом. Современная физика лежит в родах, она рожает диалектический материализм» (стр. 264).

Деборин.

Механическое мировоззрение исходит обычно из предположения, что материя состоит из тождественных, бесформенных и бескачественных элементов—однородных материальных частиц, лишенных всяких свойств и пр. На подобной точке зрения стоит и современное естествознание, унаследовавшее это воззрение от XVII в. («Под зн. маркс.», № 5—6 за 26 г., стр. 9).

Деборин лучшим представителям современного естествознания приписывает точку зрения Гоббса, от которой естественники, по его словам, не ушли ни на шаг. «Современные механисты, с которыми нам приходится спорить,—говорит он в другом месте,—не замечают всех этих трудностей. В самом деле, предполагая, что первобытная материя бесформенна и бескачественна, лишена определенных свойств, механисты, с другой стороны, вынуждены допустить, что эта первобытная материя заключает в себе с самого начала все свойства, которые мы встречаем в сложных телах, ибо они принуждены отвергать возможность возникновения новых форм или качеств, новых форм движения и пр.».[1]

Приписав естественникам нелепую в настоящее время точку зрения, совпадающую с воззрениями Гоббса, т. Деборин дальше уничтожает механистов. Но он борется с привидениями, ибо «бескачественные» и «бесформенные» атомы давно оставлены наукой. Вдумаемся в эти заявления, и нам станет ясно, как далеко тов. Деборину до ленинского подхода к современному естествознанию. Из одного новейшего произведения тов. Деборина[2] мы узнали, наконец, источник подобной

[1] «Под. зн. маркс.», № 5—6, стр. 9.

[2] Статья в № 19 «Вестника Комм. Ак.».

его информации о методологическом характере электронной теории. Этим источником оказалась статья упомянутого нами Густава Ми—«Проблема материи». Деборин поверил Ми, что естествознание не отошло от старого атомизма, считавшего атомы изолированными в пустоте и бескачественными твердыми пылинками. Но поверил он ему совершенно напрасно, потому что Ми, как релятивист, клевещет на новую физику. В свое время Ми, последовательно развивая свою точку зрения, пришел к тому убеждению, что эфир не есть материя, хотя и является субстратом физических процессов. Подобную проповедь мы находим в его книге «Молекулы, атомы, мировой эфир».[1] В настоящее время Ми счел более удобным наклеить на себя ярлык материалиста и смиренномудро рассуждает о том, что физика, отвергнув механическое мировоззрение, останется «насквозь материалистичной», но ослиные уши релятивизма так и торчат из статьи Ми, поскольку он настаивает на невоспринимаемости эфирной субстанции, на том, что она лежит по ту сторону наших ощущений. Релятивистская статья Ми привела в такой восторг редакцию «Под знаменем марксизма», что она поместила статью,[2] предпослав ей предисловие, осыпающее Ми кучей комплиментов. Ми «чрезвычайно близко подошел к диалектическому материализму» по мнению редакции, и его релятивистические заявления редакция считает частными ошибками.

Деборин и его ученики пропагандируют в своих статьях и выступлениях ту мысль, что механический материализм прямо противоположен диалектическому по своему духу и устремлениям. Они с самого начала стали в позицию резкой враждебности механистическому естествознанию, повторяя на все лады заявления о «крушении», «крахе» механического взгляда на природу. Тон этих статей и заявлений точь-в-точь похож на тон выступлений Хвольсона, Френкеля, Витте и проч. врагов материализма. Читая статьи товарищей Милонова, Максимова, Деборина, положительно забываешь о том, кто их авторы. Те же слова об «опровержении» (повторяемые в тысячный раз) механистического естествознания, враждебное отношение к

[1] Изд. «Природа», стр. 129.

[2] «Под. зн. маркс.», № 1. 1927 г.

стремлению науки свести процессы природы к реальным движениям материальных элементов и, главное, игнорирование того обстоятельства, что наука не остановилась на этом сведении и сейчас приступила к синтезу сложных атомных, молекулярных и даже молярных систем из электронов, ионов, силовых линий и других открытых наукой простейших форм материи. Если Ленин пропагандирует в своей книге взгляд на новую механику, как на расширение и обобщение старой, взгляд на электронную теорию, как ультрамеханистическую, видящую в явлениях реальные движения, то наши философы поставили задачей изобразить квантовую и электронную теории как крушение механистического естествознания и смазать диалектические моменты современного учения о механике атомов.

Критикуя механистическое естествознание, изображая его антитезой диалектического взгляда на природу, т.т. деборинцы ссылаются на Энгельса, который, как всем известно, резко кретиковал механистическое мировоззрение. В виду того, что это делал Энгельс, т.т. деборинцы убеждены в том, что аналогичная критика является и их священной задачей. Но вся суть дела в том, что критика их отнюдь не аналогична энгельсовской, а носит совершенно другой характер и имеет другую задачу. В самом деле, как и за что критиковал Энгельс механических материалистов? Во-первых, он вовсе не изображал их точку зрения противоположностью марксизма. Он не считал, что механистическое естествознание органически чуждо диалектике и имманентно неспособно проникнуться диалектическим духом. Мы не будем приводить многочисленных цитат, подтверждающих наши слова, и сошлемся только на Ленина, который подробно осветил этот вопрос. Он указывает, что Энгельс вел конкретную критику механического материализма по линии трех его основных ограниченностей, и заявляет, что если от этих ограниченностей не избавились Бюхнер и другие механические материалисты XIX века, то Маркс и Энгельс сумели сделать это. Диалектический материализм есть механический материализм, преодолевший три конкретные ограниченности. Ленин перечисляет их: «первая ограниченность—воззрение старых материалистов было механическим в том смысле, что они

применяли исключительно масштаб механики к процессам химической и органической природы... Вторая ограниченность—метафизичность воззрений старых материалистов в смысле антидиалектичности их философии... Третья ограниченность—сохранение идеализма «вверху», в области общественной науки, непонимание исторического материализма. Перечислив и объяснив с исчерпывающей вопрос ясностью эти три ограниченности, Энгельс тут же добавляет: «за эти пределы» не вышли Бюхнер и К-о. Исключительно за эти три вещи, исключительно в этих пределах отвергает Энгельс и материализм XVIII века и учение Бюхнера и К-о (т.-е. механический материализм XIX в. Л. Р.). По всем остальным более азбучным вопросам материализма, извращенным махистами, никакой разницы между Марксом и Энгельсом—с одной стороны, всеми этими материалистами—с другой нет и быть не может. Путаницу в этот вполне ясный вопрос внесли исключительно русские махисты» (подчеркнуто везде автором). [1]

Таково твердое категорическое заявление Ленина, и с платформы этого заявления никому не удастся столкнуть марксистов-естественников, полагающих, что нечего менять произведение Ленина на комментарии учеников тов. Деборина к этому произведению. Ленин заявляет, что диалектический материализм—это преодоленный механический материализм; что Бюхнер не вышел за пределы механического материализма, и в этом, а не в чем-либо ином, его расхождение с Энгельсом. *Механический материализм—не антитеза, не коренная противоположность диалектического*, а его первые буквы. После первых букв надо изучать и следующие; надо преодолевать ограниченности старого механического мировоззрения, но уж вовсе не «ниспровергать», изничтожать его и изгонять из науки. Ленин говорит, что вопрос о соотношении механического и диалектического материализма запутали русские махисты. Мы видим теперь, что тов. Деборин и его ученики запутали вопрос еще гораздо больше, чем это делали во время Ленина Богданов, Юшкевич и Луначарский. В результате своей враждебной критики наши философы совершенно «потеряли лицо», и их статьи невозможно отличить от писаний Хвольсона и Френкеля. И, в самом деле,

---

[1] В. И. Ленин, т. X, стр. 200—201.

какую объективную возможность имеют они отмежеваться от Зоммерфельда и Ми, если критика тех и других направлена не против материализма вообще, а лишь против материализма механистического? Деборин и его ученики—материалисты, но ведь материалистами называют себя (и субъективно искренно) все бывшие махисты и энергетики, вынужденные признать реальность атомов и молекул. Критика Деборина и его школы могла бы отличаться тоном и характером, памятуя, что полемика идет в среде марксизма. Однако, эта сторона дела наиболее печальна. Деборин и его школа громят и разносят механический материализм и всех, кто осмеливается пискнуть слово в его пользу, отлучая их от марксистской церкви. Статья тов. Деборина против А. Тимирязева, [1] написанная столь резко, переполнена такими эпитетами и угрозами, что объективное отношение к обсуждаемым вопросам становится чрезвычайно трудным. Кое-кто из деборинских учеников печатно заявлял, что механистический материализм есть философский эквивалент бандитизма, разврата и хулиганства, имеющегося в нашем быту. [2] Мы считаем, что наилучший способ разобраться в вопросе о соотношении механистического и диалектического материализма для непредубежденных людей—это читать и снова перечитывать соответствующие главы ленинского «Эмпириокритицизма» [3] и сопоставлять их с проповедью деборинской школы.

Совершая, таким образом, колоссальную тактическую ошибку нападая на механистическое естествознание в лице лучших его представителей, теряя возможность отмежеваться от неомахизма и релятивизма, деборинская критика современного естествознания бьет в значительной мере по ветряным мельницам. Те три ограниченности, о которых писал Ильич, преодолены естествознанием в очень большой мере. Деборинцы заявляют, что механистическое естествознание хочет «все объяснить механикой». Но ведь это (невозможно выразиться мягче) сущий анекдот.

---

[1] «Вестник К. А.», № 19

[2] Ионов в статье «Без черемухи».

[3] Глава IV, раздел 7-й «О двоякой критике Дюринга». См. также гл. 1 § 5-й: «Эрнст Геккель и Эрнст Мах».

Если естествознание утверждает, что все явления суть реальные движения, то это вовсе не то же, что намерение «объяснить все механикой». Все процессы суть материальные движения, но сложность этих движений такова, что одна механика их изучать не может. Уравнения механики никто в настоящее время не считает ключом, открывающим все двери, шифром, по которому можно прочесть все тайны бытия. Термодинамика применяет свой термодинамический метод, свой специфический подход к явлениям; у коллоидной химии была своя методология, у органической химии—своя. Кто берется применять Ньютоново уравнение к изучению хотя бы биохимических процессов? Никто, кроме мифических механистов, с которыми воюют Деборин и его школа, и которые якобы «все хотят объяснить механикой». Если механистическое естествознание органически противоположно диалектике, то из этого следует, что нужно отрицать все успехи механистического естествознания. Попытки механистического истолкования явлений, объявленных тупиковыми путаниками необъяснимыми, в роде синтетической теории света Дж. Дж. Томсона, надо попросту игнорировать, как несуществующие; усилия материалистических естественников примирить противоречия концепции эфира в роде попыток Нернста и Лоджа надо замалчивать. Так и делается.

Вторая специфическая ограниченность механического естествознания—непонимание диалектики. Но лучшие из современных механистов стихийно, а некоторые и сознательно идут к ней. Планк, Рузерфорд, Дж. Томсон заявляют о необходимости философских спекуляций для современных естественно-научных теорий о необходимости твердой философской установки. И здесь дело обстоит вовсе не так, как в XIX веке и даже во времена Ленина. Было бы, конечно, смешно заявлять, что диалектика уже проникла в естествознание. Но она стучится в двери. «Естествознание рожает диалектический материализм» (Ленин). И, поскольку наши философы будут пропагандировать среди естественников диалектику, горячая поддержка всякого марксиста им обеспечена. Но вместо этого наши философы воюют с материалистическим естествознанием.

Что касается третьей ограниченности—сохранения идеализма вверху, то этот вопрос мы здесь обсуждать не можем.

Итак, в области методологического руководства естествознания Деборин и его школа дают пока брань по адресу механического естествознания, но нет критики, направленной по адресу естественников-идеалистов. Мы утверждаем, что в журнальной литературе, переполненной статьями, подвергающими разносу механистов, совершенно нет статей, критикующих витализм, релятивизм и т. д. Может быть, товарищи деборинцы думают, что в современном естествознании идеалистов, мистификаторов науки, буржуазных идеологов не осталось вовсе? Если они так думают, то пусть скажут об этом открыто, а если нет, то мы спрашиваем их: почему они не считают своим марксистским долгом хотя быть часть своих писаний обратить на Френкелей, Хвольсонов, которые ведь продолжают составлять огромное большинство среди руководящих кадров естествознания?

Критикуя электронную теорию и все современное учение о материи, товарищи философы не противопоставили ей положительного изложения своего понимания принципиальных проблем материи. Поэтому нам придется ограничиться рассмотрением лишь тех отрывочных положений и утверждений положительного характера, которые мы находим у них. Основное принципиальное заявление в этом смысле то, что механисты неправильно понимают движение, толкуя его лишь как перемещение в пространстве. Энгельс указывал, что под движением нужно понимать «изменение вообще», а не механическое перемещение. Понятие изменения состояния является более общим, чем понятие перемещения в пространстве, хотя оно всегда связано с подобным перемещением. Так говорят т.т. деборинцы, подкрепляя свои позиции цитатами из Энгельса. Энгельс действительно говорит так. [1] Но нужно ли его положения понимать так, что существуют явления и изменения состояния, не являющиеся вовсе механическими перемещениями или заключающие что-либо помимо механических перемещений? Мы утверждаем, что такое понимание было бы не материалистическим. Все есть материя и ее движения. Материя же, единая субстанция, участвует в материальных

[1] «Архив», т. II, стр. 27.

процессах, в конкретных формах электронов, протонов, силовых линий, световых квантов. Участие этих материальных элементов в физических процессах невозможно мыслить иначе, как в форме многообразных пространственно-временных движений, т.-е. в конечном счете перемещений. Мы утверждаем, что не существует никаких известных нам изменений состояния, которые заключали бы в себе что-либо помимо сложнейших и неимоверно мелко раздробленных перемещений материальных элементов. Возьмем внутреннее изменение состояния газа, изучаемое в термодинамике; оно нацело исчерпывается многообразными, хаотичными движениями молекул, которые являются механическими перемещениями, но не могут быть изучаемы методами механики. Возьмем такое внутреннее состояние, как магнетизм; до электронной теории махисты и эмпириокритики могли указывать на такое качество материи как магнетизм и говорить, что нам неизвестно то перемещение, та форма его, которая могла бы создавать качество магнетизма. Но прогресс науки о материи стер непереходимую пропасть между познаваемыми и непознаваемыми качествами и состояниями. Сейчас мы хорошо знаем, что магнетизм есть проявление особой формы электронных вращений, мы подсчитываем отдельные «магнетоны» и—о ужас!—вычисляем их механические скорости, ускорения, траектории и т. д., вскрывая сущность магнетизма. Разве химические состояния в роде аллотропии, тавтомерии (одновременного существования двух равновесных модификаций вещества) и подобные им не поняты в настоящее время наукой как временно-пространственные движения? Разве науке неизвестно, что именно перегруппировка атомных и электронных перемещений—суть этих состояний? Разве свет не трактуется теорией Максвелля как перемещение эфирной среды? Впрочем, с таким пониманием света несогласен Френкель. Он тоже находит такое понимание вульгарным и плоским. Он тоже заявляет, что свет вовсе не есть реальное движение материальной субстанции, а лишь «силовое колебание». Поэтому он, конечно, будет горячо рад «диалектике» деборинской школы. Утверждая, что изменение состояния есть более общее понятие, чем механическое перемещение, Энгельс хотел сказать, что не

нужно понимать механическое перемещение слишком вульгарно; [1] нужно помнить, что механическое перемещение, усложняясь, переплетаясь с бесконечным разнообразием форм перемещения и субъектов его (т.-е. различных конкретных элементов материи), порождает специфические и своеобразные группы явлений: физику, химию, биологию. Каждое из этих явлений специфично и представляет особое качество, особый диалектический узел в жизни природы, и однако же в этих своеобразных качествах, в диалектических узлах материальных процессов, нет ничего, кроме многообразия форм и субъектов временно-пространственных перемещений.

Доказывая, что критика механистического естествознания деборинской школой шла по той же линии, что релятивистски-махистская, мы упомянули, что единственное положительное кредо ее—«диалектическая» постановка вопроса о природе движения,—также подозрительно смахивает на френкелевскую теорию «силовых колебаний», которые не являются вовсе реальным движением. Френкель мистифицирует явление света. По нашему глубокому убеждению, толкование движения, как внутреннего изменения состояния, заключающего в себе еще что-то помимо временно-пространственных перемещений материальных элементов [2] и среды, проникающей их,—подобное толкование также приведет к мистификации категории движения, к исчезновению материалистической почвы под ногами воинственных бойцов против механистического естествознания. Это пока перспектива, но есть признак того, что перспектива вполне реальная. Этот признак—статья тов. Милонова, который имеет то приятное свойство, что то, что у его друзей на уме, у Милонова оказывается на языке. «Диалектический материализм, предвосхищая современную науку,—заявляет он,—отнюдь не видит своей задачи в том, чтобы упереться в характеристику материи, как протяженности. Надо совершенно не отдавать себе отчета, почему Ленин в «Материализме и эмпириокритицизме» так подчеркивает, что «единственное свойство материи, с признанием которого связан философский материализм, есть свойство

[1] В «простом» механическом движении,—говорит «грубый» материалист Ламеттри,—заключаетея больше тайн и чудес, чем во всех библиях.

[2] И, конечно, дополнительных условий этого движения.

быть объективной реальностью и существовать вне нашего сознания»; надо, повторяем, абсолютно не понимать этого, чтобы везде и всюду совать протяженность и непроницаемость. Ведь именно при этой последней постановке вопроса вытекает неизбежно тезис о функциональности движения, о его несущественности для материи».[1] Мы убеждены, что здесь тов. Милонов, по простоте душевной, раскрыл нам главное зерно своей положительной «методологии». Милонов заявляет, что если везде и всюду тыкать протяженность материи, то отсюда неизбежно вытекает тезис о несущественности движения. Следовательно, движение, так, как понимает его Милонов, требует отрицания протяженности, как основной характеристики материи, наряду с движением, объявления атрибута протяженности третьестепенным и несущественным проявлением материи. Но ведь это же не что иное, как идеалистический уклон. Милонов ссылается на Ленина, указывающего, что признание материи объективной реальностью есть единственное требование философского материализма. Но ведь материализм бывает разный! Разве не известно, что Авенариус назывался материалистом? Разве энергетика Оствальда не является разновидностью материализма, как указывал Плеханов? Напомним снова, что теперь и вообще невозможен старый идеализм после того, как наука доказала объективное существование атомов и молекул. Ведь махист Иоффе, релятивист Ми, мистик Френкель—все они тоже материалисты! Так что если тов. Милонов намерен удовлетвориться материализмом разновидности Иоффе или Хвольсона, то это для него еще не очень большая честь. Милонов ведь, наверно, хочет, чтобы его признали материалистом диалектическим и вдобавок ортодоксальным. А для этого, он полагает, совершенно не к чему признать атрибут протяженности. «Этой диалектики, конечно, не может понять механист (зато Милонов, как мы сейчас увидим, все «может» понять. Л. Р.), все время толкующий о протяженности, как единственном атрибуте материи. При этом движение для механиста возникает неизвестно откуда и является для материи внешним».[2]

---

[1] «Вестник Комм. Ак.», № 18, стр. 169.

[2] Там же.

Почему? Откуда взял Милонов, что если признать протяженность столь же необходимым атрибутом материи, как и движение, то последнее оказывается по отношении к материи чем-то внешним? Современное учение о строении материи утверждает, что материальные элементы протяженны, имеют определенный, конечный объем. Но оно же показывает, что *материи не может существовать и без движения*; что движение, как и протяжение, есть необходимая форма бытия материи. Электрон, находящийся в покое, есть круглый квадрат, бессмыслица; силовая линия, световой квант существуют пока и постольку, поскольку они движутся. Как может философ, называющий себя марксистом, противоречить элементарным понятиям современной ему науки? Это неведение? Но неведение не есть аргумент. Это передержка? Тогда тем хуже для ее автора. По Милонову, непроницаемость—столь же презренный механический атрибут, как и протяженность. Но как раз электронная теория показывает, что непроницаемость вовсе не присуща протяжению, как инертному и косному началу, а, наоборот, есть проявление движения. Атом проницаем для быстро летящей бета-частицы. Электронный вихрь непроницаем для нее именно вследствие своего движения. Движение создает непроницаемость, а не протяженность материальных элементов.

Ленин посвятил особый раздел вопросу, может ли движение существовать без материи. Там он специально и подробно разъясняет, что признать за материей одно лишь движение согласится не только махист, но и идеалист. «Идеалист и не подумает отрицать того, что мир есть движение, именно движение... моих мыслей, представлений и ощущений. Вопрос о том, что движется, идеалист отвергнет и сочтет нелепым». [1] Отличие материалиста от махиста в том, что он признает мир не только движением, но и настойчиво спрашивает и допытывается, что же именно движется. Идеализм не говорит, но думает, что движутся мысли и ощущения. Энергетика говорит, что движутся непротяженные «элементы», но реальность самого движения, реальность самих элементов она и не подумает

[1] Том X, стр. 204. Подчеркнуто автором.

отрицать. Оствальд отрицает объективность протяженных атомов, но не думает отрицать объективности движения. Богданов писал, анализируя атрибуты материи: «Всего точнее, может быть, оказалось бы такое определение: «материя есть то, что движется», но это настолько же бессодержательно, как если бы мы сказали: «материя есть подлежащее предложения, сказуемое которого—«движется». Ленин, приведя эти слова Богданова, высмеивает их, вскрывая, что в них заключается простой софизм, изобретенный Оствальдом. Но ведь именно так звучит и заявление Милонова. Он против таких грубых и вульгарных механистов, которые всюду суют протяженность. Протяженность он не считает необходимым атрибутом материи. Здесь он и приходит к энергетическому пониманию материи как движения, без протяженности. Механист—не тот, кто признает за материей атрибут протяжения. «Метафизический, т.-е. антидиалектический материалист может принимать существование материи (хотя бы временное, до первого толчка и т. п.) без движения. Диалектический материалист не только считает движение неразрывным свойством материи, но и отвергает упрощенный взгляд на движение». [1]

Так-то, тов. Милонов. Кто-то другой, а не марксисты-естественники, отходит от диалектического материализма и переходит к материализму схоластическому, путаному и мистическому. Вы не нуждаетесь в том, чтобы материя была протяженна, но Френкель заявит здесь свое авторское право, ибо он еще в 23-м году предлагал считать электроны геометрическими точками, находя, что ему «легче будет помириться» с тем воззрением, неопифагорейским и мистическим, к которому он в результате придет. Позиция Милонова—вот где истинный отход к пифагорейскому миропониманию, ибо если материя не протяженна, то нужно или по-оствальдовски отвергнуть ее, или (потому что Милонов этого не сделает) признать материальные элементы за точечные монады. Смешнее всего то, что не кто иной как «вульгарные» естественники, всюду сующие протяженность электронов, указывающие на их сложную структуру,

---

[1] Там же, стр. 226.

были обвинены другим деборинским учеником—тов. Максимовым в этом самом пифагорействе.

Нет! Естественники за такими руководителями не пойдут. Они будут продолжать «совать» протяженность в свои теории и рассуждения, даже если им будет угрожать неодобрение Милоновых. Естественники поняли необходимость изучения философии, необходимость твердой методологической установки. Но не по милоновским статьям они будут учиться философии. Какой материалист-естественник пойдет за философом, который будет проповедывать ему непротяженность материи, учение о движении, не состоящем из механических перемещений; за философом, которого он не сможет отличить от тупиковых путаников Зоммерфельда и Хвольсона, который не сумеет отмежевать себя перед естественником-материалистом от неосхоластики. По плодам их—узнаете их. По вашим естественно-научным выводам мы видим, что это не наша, не материалистическая философия,—скажет им естественник-материалист. Но естествознание во всяком случае пойдет к материалистической диалектике, хотя и с другими руководителями на этом пути.

Задачи изучения природы материи колоссальны. Наша вселенная необычайна. «Простейшие» элементы материи, которые мы знаем, неисчерпаемо сложны. Только теперь естествознание поняло как следует эту диалектическую истину. Изучение материи фактически едва только началось. Недавно в Москве читалась публичная лекция о материи, один из тезисов которой был озаглавлен: «У порога одной из последних тайн материи». Какое жалкое хвастовство! Вот где действительно коренятся неизжитые остатки механического материализма!

Э. И. Гумбель (Гейдельберг)

Об одной кривой распределения гауссовой формы

1. Преобразованные гауссовы законы.
2. Принцип сохранения гауссовой формы.
3. Вычисление моментов.
4. Специальные случаи Мак-Элистера и Гаусса.
5. Практическое применение.

1.

Гауссов закон ошибок является, как известно, центральным пунктом теории вероятностей и созданной на основе последней математической статистики. Сам по себе он дает нам только получаемую при известных допущениях вероятность того, что ошибки измерений лежат в определенных границах. Но, в переносном смысле, гауссов закон дает также частость тех случаев, в которых результаты статистических наблюдений некоторой постоянной, в смысле теории вероятностей, величины лежат в определенных границах. Так как возникающие при этих наблюдениях отклонения от указанной постоянной принимаются за отклонения случайные, то гауссов закон ошибок называется также законом случая. Гауссов закон ошибок обладает свойством симметрии, т.-е. равные по абсолютной величине положительные и отрицательные отклонения от средней арифметической обладают одинаковой частостью. Теоретически закон Гаусса распространяется на все значения от минус бесконечности до плюс бесконечности, т.-е. сами по себе результаты наблюдений могут быть любой величины; но с возрастанием их абсолютной величины частость их становится все меньше. В гауссовой кривой известные три средние величины: арифметическая средняя, медиана и мода (наиболее плотное значение)—совпадают. В выражение гауссова закона ошибок входит только одна

постоянная, так называемая мера точности, значение которой находится из наблюдений с помощью вычисления средней квадратической ошибки. Гауссов закон ошибок—чрезвычайно мощное средство для математического представления результатов статистических наблюдений. Но уже прошли те времена, когда этот метод считался применимым везде, и когда, в особенности, в нем видели, так сказать, навсегда установленное мерило. Теперь мы знаем, что гауссов закон ошибок представляет собою лишь одну из многих форм распределения, хотя, правда, весьма замечательную форму.

Часто наблюдаемая асимметрия распределения не есть, как думали раньше, лишь результат слишком незначительного числа наблюдений. Эта асимметрия не исчезает при возрастании количества опытов, являясь скорее, может быть, истинным свойством распределений. Этот факт является исходным пунктом специальной науки—науки о массовых явлениях.

Чтобы суметь представлять такие асимметрические распределения и в то же время сохранить за гауссовым законом его всеобщую применимость, философ Фехнер предложил рассекать кривую распределения в точке наибольшей плотности (моды) и рассматривать ее, как составленную из двух гауссовых кривых с различными средними квадратическими ошибками. Хотя таким способом и можно представить асимметричное распределение, но нет никакого основания для того, чтобы в точке наибольшей частости наступал вдруг, как это постулируется здесь, разрыв. Метод Фехнера, как искусственный, нужно поэтому отвергнуть.

Астрономом Брунсом была сделана попытка использования гауссовой кривой хотя бы в качестве исходного пункта для представления несимметричных распределений. Прежде всего исследуемое распределение рассматривается как случайное. Отклонения от закона случая, в свою очередь, рассматриваются как случайные; точно так поступают и с последующими остающимися отклонениями и т. д. Это приводит к представлению исследуемой функции через гауссову функцию и бесконечный ряд ее производных. С точки зрения анализа эта проблема тождественна с представлением произвольной функции в виде некоторого ряда, скажем, степенного ряда, или ряда функций Фурье или ортогональных функций Эрмита. Метод Брунса

статистически плодотворен, поскольку можно ограничиться самое большее тремя членами. В противном случае он бесплоден, в особенности потому, что получаемые коэффициенты не обладают уже тогда простым статистическим значением.

Другим путем шел биометрик Пирсон. Как известно, гауссов закон ошибок можно вывести при помощи предельного перехода к бесконечности, из теоремы Бернулли—в том случае, если обе встречающиеся здесь вероятности не слишком разнятся друг от друга. Пирсон взялся за исследование одной несимметричной по своей природе проблемы с урнами, когда извлекаемые из урны шары не клались обратно в нее, и рассматривал разностные свойства (Differenzeigenschaften) возникающего при этом полигона. С помощью перехода к пределу ему удалось составить дифференциальное уравнение, которому удовлетворяет функция распределения. Отбросив налагаемые специальными свойствами разбираемой проблемы ограничения постоянных величин, он получил систему кривых, заключающую в себе как неограниченные, так и ограниченные (с одной стороны или с обеих сторон), как симметричные, так и несимметричные типы кривых. Но и Пирсон не вполне разрешил проблему форм распределения.

В последующем изложении мы пойдем другим путем и покажем, как можно получить новые распределения, исходя из гауссова закона ошибок. Именно, если саму входящую в выражение гауссова закона ошибок независимую переменную рассматривать, как функцию некоторой другой переменной,—что допустимо, если, например, наблюдаемая величина зависит от другой случайно изменяющейся величины,—то возникают новые распределения. Кроме этой подстановки, требуется еще, чтобы остался неизменным характер распределения, т.-е. чтобы и в дальнейшем мы имели дело с относительными частостями, полная сумма которых равна 1. Для этого, как доказывается в интегральном исчислении, функция распределения, после замены переменной, должна быть помножена на производную новой вводимой нами функции. В силу этого изменяется математическая форма распределения, и при известных условиях мы получаем совсем другую функцию. При этом возникают новые условия равно возможности, новые отношения между средними величинами и новая область изменения признаков распределения.

Например, если принять, что составляющие скоростей атомов какого-нибудь газа распределены случайным образом по трем направлениям в пространстве, то, введя вместо общеупотребительной системы координат полярные координаты, т.-е. абсолютную величину скорости и два угла, определяющие ее направление, мы получим новое распределение. Отыскивая распределение абсолютной величины скоростей, т.-е. интегрируя по всем значениям обоих углов, мы получаем известный максвеллов закон распределения скоростей. В противоположность гауссову распределению, он простирается только от нуля до бесконечности. Распределение несимметрично. Эта функция распределения заключает в себе только одну постоянную, которую можно определить в данном случае при помощи среднего значения скоростей (а не как выше, при помощи средней квадратической ошибки).

Другое преобразование переменной в распределении гауссовой формы переводит его в симметричное двухвершинное распределение, обладающее заранее предписанной областью изменения. Ограничение этой области конечным интервалом вполне целесообразно. Правда, гауссов закон ошибок предполагает принципиально неограниченную область изменения, т.-е. при достаточном увеличении количества опытов безгранично возрастает размер возможных ошибок. Но существуют такие величины, которые по самому существу своему лежат в определенных конечных границах. Переход этих границ для таких величин не только невероятен, он просто бессмыслен. Так, например, коэффициент корреляции всегда меньше 1. И если заменить в гауссовой функции переменную подходящим образом подобранным тангенсом, то точке $x=0$ будет соответствовать значение новой переменной $=0$, а обеим точкам плюс и минус бесконечности — две конечные и симметрично расположенные точки. К обеим этим точкам кривая распределения приближается асимптотически. Кривая симметрична, но правило, согласно которому бóльшие ошибки обладают меньшей вероятностью, здесь не имеет уже силы. Кривая, напротив, либо имеет в точке нуль максимум и, значит, подобна гауссовой, либо же в точке нуль она имеет минимум, по обе стороны которого симметрично расположены два максимума. Критерием того, имеет ли место

первый или второй случай, служит следующий признак: превосходит ли, или нет, некоторую определенную величину произведение из длины области изменения на значение функции в точке нуль.

Функция содержит в себе две постоянных и определяется таким образом областью изменения и своим значением в точке симметрии. Таким образом становится возможным рассматривать двухвершинные кривые с новой точки зрения. Согласно прежней концепции, двухвершинные кривые либо выражали свойства неоднородного материала, и, значит, эту двухвершинность можно было устранить путем надлежащего рассечения, либо же двухвершинность считалась только чем-то кажущимся, и поэтому можно было не обращать на нее внимания. По нашему мнению, оба эти взгляда неправильны. Именно, дело может итти также об однородном материале, подверженном случайным колебаниям, но материале такого рода, что, в силу самой сущности его, область изменения исследуемых признаков лежит в определенной ограниченной области изменения. [1]

2.

В обоих рассмотренных примерах кривые распределения, получающиеся из гауссовой кривой после замены переменной, не были уже нормальной формы, когда независимая переменная входила только в показатель степени и притом в виде квадрата. Это—чрезвычайно важное свойство гауссова закона, которое, в частности, привело к основанию метода наименьших квадратов. Поэтому можно спросить, при каких обстоятельствах может быть сохранено это свойство в случае замены переменной и выполнения указанного дополнительного условия, т.-е. при каких условиях в результате замены переменной мы получаем такую функцию распределения, которая отличается от нормальной только новой переменной и отличными от прежних постоянными. Ясно, что получение такой функции распределения возможно только при некотором вполне определенном виде преобразования переменной.

---

[1] Ср. также: «Zur analytischen Darstellung zweigipfliger Verteilungen». «Zeitschrift für Physik», Bd. 16, Heft 5—6.

В дальнейшем этот вид преобразования будет установлен сперва принципиально, т.-е. так, что в основу не будет положена никакая специальная функция распределения. Итак, будет исследовано, при каких условиях новая функция распределения отличается, несмотря на указанное выше необходимое перемножение, от функции исходной только новой переменной и своими отличными от прежних постоянными.

После установления такого общего условия мы на практике ограничимся рассмотрением нормального гауссова распределения. Распределение, получающееся из этого нормального распределения при соблюдении наших условий, должно быть затем изучено с точки зрения занимаемого им среди других известных распределений места.

Если мы имеем функцию распределения $\varphi (x, h_\nu)$, где x есть независимая переменная, h_ν представляет ν определяемых из наблюдения постоянных, если мы будем рассматривать x как функцию новой переменной ξ, т.-е. положим

$$x = f(\xi) \qquad (1),$$

то по отношению к искомой нами функции распределения по переменной ξ, которую можно обозначить через $y = \psi (\xi, k\lambda)$, нужно поставить то условие, чтобы вероятность в интервале от ξ до $\xi + d\xi$ равнялась вероятности в интервале от x до $x + dx$. $K\lambda$ суть λ новых, вообще говоря, отличных от $h\nu$ постоянных, при этом вообще говоря и $\lambda \neq \nu$. Новую функцию распределения мы получим, поэтому, заменой переменной x по условию (1) при выполнении дополнительного условия

$$\psi (\xi, k\lambda)\, d\xi = \varphi (x, h\nu)\, dx \qquad (2).$$

Мы имеем тогда, что

$$\psi (\xi, K\lambda) = \varphi (f(\xi), h\nu)\, f^1 (\xi) \qquad (3),$$

где $f'(\xi)$ нужно брать всегда положительной. Тогда, если имеет место условие $\int_L^M \varphi (x, h\nu)\, dx = 1$, где L и M суть нижняя и верхняя границы x' а, то в силу перемножения имеет место и условие $\int_{L_1}^{M_1} \psi (\xi, k\lambda)\, d\xi = 1$ (где L_1 и M_1 суть границы новой переменной).

Будем искать теперь такое преобразование переменной (1), чтобы новая получаемая нами функция распределения (3) сама оказалась прежней формы $\varphi\,(f(\xi),\ K\nu)$, т.-е. чтобы для нее имело место равенство $\varphi\,(f(\xi),\ h\nu).\ f^1(\xi) = \varphi\,(f(\xi),\ k\nu)$. Таким образом, переменная y, рассматриваемая как функция ξ, не будет иметь форму φ, но она будет иметь эту форму относительно $f(\xi)$ Рассматриваемая таким образом y отличается от первоначальной функции φ только своими постоянными.

Необходимое для этого преобразование переменной получается интегрированием последнего равенства, т.-е.

$$\xi = \int \frac{\varphi\,(x,\ h\nu)}{\varphi\,(x,\ k\nu)}\,dx.$$

Взяв интеграл и выразив из полученной функции x через ξ, мы получим искомое преобразование (1).

Для гауссова распределения, в частности,

$$\varphi\,(x,\ h\nu) = \frac{h}{\sqrt{\pi}}\,e^{-h^2x^2}.$$

Мы требуем, чтобы получающаяся после преобразования (1) функция вновь была функцией такой же нормальной формы, т.-е. чтобы

$$\psi\,(x,\ k\nu) = ym\,e^{-(hx+b)^2} \qquad (4).$$

При этом ym есть новый максимум, и при помощи постоянной b определяется его абсцисса. Поэтому здесь

$$\xi = \frac{heb^2}{2\sqrt{\pi}\,ym}\int e^{2hbx}\,dx = \frac{eb^2}{2b\sqrt{\pi}\,ym}\,e^{2hbx} - c,$$

где c есть постоянная интеграции.

Таким образом, равенство $x = \frac{1}{2hb}\left(-b^2 + lg2.\sqrt{\pi}\,ymb(\xi + c)\right)$ есть искомое преобразование независимой переменной гауссовой функции, преобразование, при котором имеет место постулированная выше инвариантность.

Соответствующая функция распределения такова:

$$y = ym\,e^{-\frac{1}{4b^2}\left(b^2 + lg\,2.\sqrt{\pi}\,ym\,b + lg\,(\xi + c)\right)^2}$$

Введя новую постоянную ξm, абсциссу максимума при помощи определения

$$(b^2 + lg\, 2 . \sqrt{\pi}\, ym\ b) = -lg\ (\xi\, m + c),$$

мы получим формулу преобразования в таком виде:

$$x = \frac{1}{2\, h\, b}\left(lg\ \frac{\xi + c}{\xi\, m + c} - 2\ b^2\right). \qquad (5).$$

Функция распределения при этом принимает окончательную форму:

$$y = ym\ e^{-\frac{1}{4\, b^2}\ lg^2\ \frac{\xi + c}{\xi m + c}} \qquad (6),$$

где

$$ym = \frac{e^{-b^2}}{2\, b\, \sqrt{\pi}\, (\xi m + c)} \qquad (7)$$

есть максимум функции, имеющий абсциссу ξm.

Ход этой функции можно усмотреть из того обстоятельства, что производная ее

$$\frac{dy}{d\xi} = -\frac{y}{2 b^2}\ lg\ \left(\frac{\xi + c}{\xi m + c}\right)\frac{1}{\xi + c} = 0,$$

при $\xi = \xi m$

$\xi = -c$

$\xi = \infty$

Первой из этих точек соответствует максимум, а двум остальным — асимптотическое приближение функции к оси абсцисс. Действительно, вторая производная

$$\frac{d^2 y}{d\, \xi^2} = \left(\frac{1}{2\, b^2}\ lg^2\ \left(\frac{\xi + c}{\xi m + c}\right) + lg\left(\frac{\xi + c}{\xi m + c}\right) - 1\right)\ \frac{y}{2\, b^2\ (\xi + c)^2}$$

для $\xi = \xi m$ отрицательна.

Что касается двух остальных значений ξ, то ясно, что содержащаяся в выражении y показательная функция много быстрее стремится к нулю, чем функции, заключенные в скобках. Поэтому в обоих этих случаях $\frac{d^2 y}{d\, \xi^2}$ стремится к нулю.

Существуют две точки перегиба ξ_1 и ξ_2, которые получаются из того условия, что

$$lg^2\ \left(\frac{\xi + c}{\xi m + c}\right) + 2 b^2 lg\ \left(\frac{\xi + c}{\xi m + c}\right) = 2\ b^2.$$

Абсциссы этих точек удовлетворяют равенству: $lg \frac{\xi_{1,2}+c}{\xi_m+c} = -b^2 \pm b\sqrt{b^2+2}$, т.-е. они расположены по обе стороны от максимума, притом несимметрично. Левая точка перегиба лежит ближе к точке максимума, чем правая. Соответственные значения ординат таковы:

$$y_{1,\,2} = y_m\, e^{-\frac{1}{4}(b \mp \sqrt{b^2+2})^2}.$$

Таким образом, точка перегиба, лежащая справа, имеет бо̀льшую ординату. Теперь ясен вид кривой распределения (6): она асимптотически приближается к нулю при $\xi = -c$ и $\xi = \infty$, имеет максимум при $\xi = \xi_m$ и две несимметрично расположенные по обе стороны от максимума точки перегиба ξ_1 и ξ_2. Это распределение имеет смысл при положительном c, если $\xi > -c$, и при отрицательном c, если $\xi > |c|$. Равновероятными являются ошибки $_1\xi = k(c+\xi_m) - c$ и $_2\xi = \frac{c+\xi_m}{k} - c$, где k есть некоторое положительное число. Таким образом абсцисса $1-c$ имеет ту же вероятность, что и абсцисса $(c+\xi_m)^2-c$.

В нашу функцию распределения входят три независимые постоянные. За эти постоянные принимаются ξ_m, b, c. Приближенные значения для c, y_m, ξ_m находят из наблюдения нижней границы признаков распределения, абсциссы и ординаты максимума. Постоянная b получается из (7) методом последовательных приближений. Приближенное значение b можно определить еще и другим способом, когда, кроме нижней границы, абсциссы и ординаты максимума, известно еще одно какое-нибудь значение ординаты, например, то, которое соответствует точке $\xi = 0$. Если известно

$$y_0 = y_m\, e^{-\frac{1}{4b^2} lg^2 \frac{c}{\xi_m + c}},$$

то

$$\frac{1}{4b^2} = \frac{lg y_m - lg y_0}{(lg(\xi_m + c) - lg c)^2}.$$

3.

Для систематического вычисления трех независимых постоянных нужны три уравнения. Для этого мы определяем моменты относительно точки 0. Обозначив момент n-го порядка через η_n^n, мы имеем

$$\eta_n^n = \int_{-c}^{+\infty} y \xi^n d\xi.$$

Согласно дополнительному условию (2) и формуле преобразования (3) получаем:

$$\eta_n^n = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{-c}^{+\infty} e^{-h^2 x^2} dx\, \xi^n$$

Поставив в это выражение получаемое из (5) значение ξ, мы найдем, применяя теорему бинома и производя под знаком интеграла дополнение показателя до полного квадрата, что

$$\eta_n^n = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \sum_0^n \nu (-1)^\nu \binom{n}{\nu} c^\nu \left(\xi m + c\right)^{n-\nu} e^{2(n-\nu) b^2 + (n-\nu)^2 b^2} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-h^2 x^2 + 2h(n-\nu) bx - (n-\nu) b^2} dx.$$

Это равенство на основании известной величины гауссова интеграла переходит в такое:

$$\eta_n^n = \sum_0^n \nu (-1)^\nu \binom{n}{\nu} c^\nu \left(\xi m + c\right)^{n-\nu} e^{(n-\nu) b^2 (2+n-\nu)} \qquad (8).$$

В случае, когда $n = 0$, имеем по определению $\eta_0^0 = 1$.

Для $n = 1$ средняя

$$\eta_1^1 = \bar{\xi} = (\xi m + c) e^{3 b^2} - c .$$

Для $n = 2$ момент 2-го порядка

$$\eta_2^2 = (\xi m + c)^2 e^{8 b^2} - 2c\,(\xi m + c)\, e^{3 b^2} + c^2.$$

Для $n = 3$ момент 3-го порядка

$$\eta_3^3 = (\xi m + c)^3 e^{15 b^2} - 3c\,(\xi m + e)^2 e^{8 b^2} + 3c^2 (\xi m + c)\, e^{3 b^2} - c^3.$$

Моменты μ_n^n относительно абсциссы средней получаются из моментов относительно точки 0 при помощи переноса начала системы координат вдоль по оси x. Как известно, действительно

$$\begin{aligned} \mu_0^0 &= 1 \\ \mu_1^1 &= 0 \\ \mu_2^2 &= \eta_2^2 - \eta_1^2 \\ \mu_3^3 &= \eta_3^3 - 3\eta_2^2\ \eta_1 + 2\eta_1^3 \end{aligned} \tag{9}$$

Поэтому квадрат средней квадратической ошибки

$$\mu_2^2 = (\xi m + c)^2 e^{6 b^2} (e^{2 b^2} - 1).$$

Для момента 3-го порядка получается соответственно

$$\mu_3^3 = (\xi m + c)^3 e^{9 b^2} (e^{6 b^2} - 3\, e^{2 b^2} + 2).$$

Таким путем мы получаем необходимые для вычисления наших трех постоянных формулы. Пусть будут определены на основании эмпирических данных средняя $\bar{\xi}$, средняя квадратическая ошибка μ_2 и μ_3, момент 3-го порядка относительно абсциссы средней величины, тогда три уравнения, служащие для вычисления ξm, c, b, таковы:

$$\bar{\xi} = -c + (\xi m + c)\, e^{3 b^2} \qquad (10a),$$

$$\mu_2^2 = (\xi m + c)^2 e^{6 b^2} (e^{2 b^2} - 1) \qquad (10b),$$

$$\mu_3^3 = (\xi m + c)^3 e^{9 b^2} (e^{6 b^2} - 3e^{2 b^2} + 2) \qquad (10c).$$

Из (10a) и (10b) находим $e^{2b^2} = 1 + \left(\frac{\mu_2}{\xi + c}\right)^2$. Следовательно, если при определенной средней и определенной нижней границе дисперсия возрастает, то возрастает и постоянная b. Выражение $\frac{1}{2b}$ играет поэтому роль, подобную роли величины h для кривой Гаусса—Лапласа.

Для разрешения уравнений введем известное выражение

$$\beta_1 = \left(\frac{\mu_3}{\mu_2}\right)^6 = \frac{\left(e^{6b^2} - 3e^{2b^2} + 2\right)^2}{\left(e^{2b^2} - 1\right)^3}$$

Тогда мы сможем установить отношение входящих в это равенство постоянных к введенному Пирсоном для характеристики распределений выражению. Именно, произведя деление, мы видим, что

$$\beta_1 = \left(e^{2b^2} + 2\right)^2 \left(e^{2b^2} - 1\right).$$

Это уравнение 3-й степени относительно неизвестной постоянной e^{2b^2}. Положим, $e^{2b^2} + 1 = Z$, тогда уравнение примет вид

$$Z^3 - 3Z - 2 - \beta_1 = 0.$$

Ясно, что симметричное распределение может быть лишь предельным случаем. Ибо, если $\mu_3 = 0$, то $z = 2$; $e^{2b^2} = 1$; $b = 0$, т.-е. функция распределения отказывается служить.

Таким образом, можно положить $\beta_1 + 2 = 2k$, где $k > 1$. Тогда уравнение принимает вид

$$Z^3 - 3Z - 2k = 0;$$

дискриминант его $k^2 - 1 > 0$. Значит, это уравнение обладает лишь одним вещественным корнем

$$e^{2b^2} = -1 + \sqrt[3]{k + \sqrt{k^2 + 1}} + \sqrt[3]{k - \sqrt{k^2 + 1}} \qquad (11a),$$

$$\text{где } k = \frac{1}{2}\left(\frac{\mu^3}{\mu^2}\right)^6 + 1,$$

и этот корень всегда положителен.

Чтобы приспособить нашу кривую (6) к какому-нибудь эмпирически данному распределению, надо вычислить из (12) k. Тогда из (11a) мы узнаем e^{2b^2}, затем с помощью равенства (10b) мы найдем

$$\xi m + c = \frac{\mu_2}{e^{3b^2}\sqrt{e^{2b^2}-1}},$$

и потом из (10a)

$$c = -\bar{\xi} + \frac{\mu_2}{\sqrt{e^{2b^2}-1}} \qquad (11b)$$

и

$$\xi m = \bar{\xi} - \frac{\mu_2}{\sqrt{e^{2b^2}-1}}\left(1-e^{-3b^2}\right) \qquad (11c).$$

Наконец, $y\,m$ найдется в силу определения (7):

$$y\,m = \frac{e^{2b^2}\sqrt{e^{2b^2}-1}}{2b\sqrt{\pi}\;\mu_2} \qquad (11d).$$

Определение постоянных, таким образом, закончено. Сравнение наблюденных и вычисленных данных производится при помощи известных таблиц гауссова интеграла. Действительно, введя переменную

$$t = h\,x,$$

где x имеет значение (5), получаем

$$dt = \frac{1}{2b}\cdot\frac{d\xi}{\xi + c} = \frac{e^{-2bt-2b^2}}{2b(\xi m + c)}\,d\xi.$$

Поэтому вероятность измерения, меньшего, чем ξ

$$\int_{-c}^{\xi} y\,d\xi = \frac{e^{-b^2+2b^2}\,.\,2b\,(\xi m + c)}{2b\sqrt{\pi}\,(\xi m + c)}\int_{-\infty}^{-b+\frac{1}{2b}lg\left(\frac{\xi+c}{\xi m+c}\right)} e^{-(t+b)^2-2bt}\,dt =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{-b+\frac{1}{2b}lg\frac{\xi+c}{\xi m+c}} e^{-t^2}\,dt \qquad (12)$$

Значит, вероятность измерения, меньшего, чем ξ, равна

$$\frac{1}{2}\left[1+\Phi\left(-b+\frac{1}{2b}\,lg\frac{\xi+c}{\xi m+c}\right)\right],$$

где Φ есть гауссов интеграл. То значение абсциссы, которое имеет одинаковую вероятность $\frac{1}{2}$ как быть превзойденным, так и не быть превзойденным, так наз. вероятное уклонение (Zentralwert)

$$C=-c+(\xi m+c)\,e^{2b^2}.$$

Согласно этому, максимум лежит слева от вероятного уклонения, а это последнее, согласно (10*a*), — слева от арифметической средней. Если отсчитывать абсциссы средней величины и максимума не от нуля, а от точки c, то их отношение по (10*a*) равно e^{3b^2}.

Соответствующая средней ордината согласно (10*a*) будет, поскольку c конечно,

$$y_{\overline{\xi}}=y_m\,e^{-\frac{9}{4}b^2} \qquad (13).$$

Чем меньше, значит, b, тем больше приближаются к максимуму ордината, соответствующая средней, и ордината вероятного уклонения.

Чем меньше, значит, b, тем больше сближаются меж собой три средних величины.

Чтобы составить себе представление о величине b, надо принять во внимание, что β_1, от которого одного зависит, как это видно из (11*a*), b, равно нулю для кривой гауссовой, а для обычных эмпирически наблюдаемых распределений имеет численно малые значения.

Если положить $\beta_1=1+E$, — где опущен в силу своей малости квадрат E,—то мы получим с точностью, даваемой вычислительной линейкой,

$$e^{2b^2}=1{,}103+0{,}095\,E.$$

Разрешая это уравнение, мы находим в первом приближении $b=0{,}027+0{,}1047\,E$. По (7) b должно быть положительно

так как y_m всегда положительно, и $\xi_m + c$ положительно. Согласно определению β_1

$$\frac{d\beta_1}{db} = 12b\, e^{4b^2}\left(e^{2b^2} + 2\right),$$

поэтому b возрастает вместе с β_1, т.-е. вместе с асимметрией распределения. Интересно определить также момент 4-го порядка. Прежде всего по (8)

$$\eta_4^4 = (\xi_m + c)^4 e^{24b^2} - 4\,(\xi_m + c)^3 c e^{15b^2} + 6\,(\xi_m + c)^2 c^2 e^{8b^2} - \\ - 4\,(\xi_m + c)\, c^3 e^{3b^2} + c^4.$$

Так как

$$\mu_4^4 = \eta_4^4 - 4\eta_1\eta_3^3 + 6\eta_1^2\eta_2^2 - 3\eta_1^4,$$

то

$$\mu_4^4 = (\xi_m + c)^4 e^{12b^2}\left(e^{12b^2} - 4e^{6b^2} + 6e^{2b^2} - 3\right) \qquad (10d).$$

Поэтому часто употребляется для характеристики кривых функция

$$\beta_2 = \frac{\mu_4^4}{\mu_2^4} = \frac{e^{12b^2} - 4e^{6b^2} + 6e^{2b^2} - 3}{\left(e^{2b^2} - 1\right)^2} = e^{8b^2} + 2e^{6b^2} + 3e^{4b^2} - 3.$$

Для нормальной кривой $\beta_2 = 3$. Так как здесь $\beta_2 > 3$, то как показал Пирсон,[1] максимум нашего распределения всегда больше, чем у нормальной кривой. Как известно, из β_1 и β_2 находятся коэффициенты рядов, употребляемых в учении о массовых явлениях. Если определить, как обычно, меру скошенности выражением $\frac{\bar{\xi} - \xi_m}{\mu_2}$, то здесь она равна

$$\frac{e^{3b^2} - 1}{e^{3b^2}\sqrt{e^{2b^2} - 1}}$$

Следовательно, характеристики кривой распределения β_1 и β_2 и мера скошенности зависят от постоянной b.

[1] «Phil. Transactions», Bd. 198 A. 1902.

4.

В дальнейшем мы рассмотрим некоторые частные случаи.

а) Если $c = 0$, и, значит, область изменения простирается от 0 до ∞, то распределение имеет такую форму:

$$y = y_m e^{-\frac{1}{4b^2} lg^2 \frac{\xi}{\xi_m}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6a).$$

Этот закон ошибок был впервые установлен Мак-Элистером.[1] Он исходил при этом из предположения, что геометрическая средняя есть вероятнейшее значение признака. Равно вероятными здесь являются не, как у Гаусса, отклонения, равные по абсолютной величине, а отклонения равные по относительной величине: m — кратное вероятнейшее значение и m-тая часть его равновероятны, если m—положительное число.

Обе независимые друг от друга постоянные b и ξ_m получаются из уравнений ($10a$) и ($10b$).

Действительно, если подставить первое уравнение во второе, то мы получим:

$$e^{2b^2} = 1 + v^2,$$

и

$$\xi_m = \frac{\bar{\xi}}{(1 + v^2)^{\frac{3}{2}}},$$

где, как обычно, коэффициент вариации v определяется из равенства $v = \frac{\mu_2}{\bar{\xi}}$.

Наконец, y_m находится из формулы (7).

Это распределение играет известную роль в астрономии. В ней, именно, рассматривается распределение φ (M) звезд по степени их абсолютной яркости M. Кэптейн[2] показал, что эта кривая яркостей есть гауссова кривая. Если ввести в выражение этой кривой абсолютную яркость i при помощи определения

$$M = -2{,}5 \ lg\, i,$$

[1] «Proc. Roy. Soc.», XXIX, 1879.

[2] «Astrophys. Journ.», Bd 52.

то функция распределения $\varphi\ (i)$ силы света звезд будет иметь форму кривой Мак-Элистера. Зейлигер[1] определил другим путем непосредственно $\varphi\ (i)$ и, притом, как в предположении, что существует наибольшая сила яркости, и что мир конечен, так и независимо от него. В обоих случаях оказалось, что

$$\psi\varphi\ (i) = \alpha\, e^{-\beta lg i - \gamma\, lg i^2},$$

где $\alpha\, \beta\, \gamma$ суть независимые от него постоянные. Наконец, Шварцшильд вывел эту функцию третьим способом и снова получил результат в форме, данной Зейлигером. Произведя дополнение до полного квадрата, можно тотчас увидеть, что мы здесь имеем дело с нашим частным случаем.

Если, кроме $c = 0$, еще $\xi_m = e^{-2b^2}$, и если положить $\frac{1}{2b} = k$, то мы получим такое выражение функции распределения в этом частном случае:

$$y = \frac{k}{\sqrt{\pi}}\, e^{\frac{1}{4k^2}}\, e^{-k^2\left(lg\xi + \frac{1}{2k^2}\right)^2} \quad . \ . \ . \ . \ . \ (6)$$

Это гальтоново распределение отличается от гауссова только подстановкой $x = lg\xi$ и изменением, происшедшим с постоянными: именно смещением точки максимума и его абсциссы.

Для определения постоянной k служит равенство $\overline{\xi} = e^{b^2}$, с помощью которого находим выражение параметра k:

$$k = \frac{1}{2\sqrt{lg\,\overline{\xi}}}.$$

b) Если $\xi_m = c$, и, значит, нулевая точка лежит посредине между максимумом и нижней границей, то распределение имеет такую форму:

$$y = \frac{e^{-b^2}}{4bc\sqrt{\pi}}\, e^{-\frac{1}{4b^2} lg^2\left(\frac{\xi + c}{2c}\right)} \quad . \ . \ . \ . \ . \ (6e).$$

В этом случае $(k-1)$—кратное значение вероятнейшего значения столь же вероятно, как и $\left(\frac{4}{k} - i\right)$—кратное.

[1] Ср. R. Hess, Die Statistik der Leuchtkräfte der Sterne. «Ergebn. d. exakten Naturwiss». Bd. 3, Berlin, 1924.

Обе постоянные b и c получаются из равенств:

$$\bar{\xi} = c\left(2e^{3b^2} - 1\right),$$
$$\mu_2{}^2 = 4c^2\, e^{6b^2}\left(e^{2b^2} - 1\right).$$

Разделив второе равенство на квадрат первого, мы получаем

$$v^2 = \frac{4\left(e^{8b^2} - e^{6b^2}\right)}{4\, e^{6b^2} - 4e^{3b^2} + 1}$$

или

$$e^{8b^2} - e^{6b^2}\,(1 + v^2) + v^2\, e^{3b^2} - \frac{v^2}{4} = 0.$$

Согласно правилу знаков Декарта это уравнение с неизвестным e^{b^2} имеет только один положительный корень. При обыкновенной величине коэффициента вариации, т.-е. при $v \leq 0{,}1$, значение этого корня, очевидно, близко к 1. Пользуясь формулой Ньютона, мы получим приближенно

$$e^{b^2} = 1 + \frac{V^2}{4\,(2 - 3v^2)},$$

а отсюда

$$b = \frac{V}{2\sqrt{2 - 3\,v^2}}$$

и

$$c = \bar{\xi}\left(1 - \frac{3}{2}\; v^2\right).$$

c) Если $c = \infty$, и, значит, область изменения простирается от $-\infty$ до $+\infty$, то для того, чтобы возникающее при таком предположении распределение имело смысл, необходимо, чтобы ym оставалось конечным, т.-е. необходимо, чтобы b одновременно стремилось к нулю.

Представим это требование в таком виде: $\frac{1}{b\,(\xi m + c)} \to 2h$; тогда возводимый в квадрат показатель степени e

$$\frac{lg\; 2hb\left(\xi + \frac{1}{2hb} - \xi m\right)}{2b} = \frac{lg\;(1 + 2hb\,(\xi - \xi m)}{2b}.$$

Это неопределенное при $b = 0$ выражение, в силу известных правил, равно $\frac{1}{2}\,\frac{2h\,(\xi - \xi m)}{1 + 2hb\,(\xi - \xi m)}$.

Положив в последнем выражении $b = 0$, мы получим подлежащий возведению в квадрат показатель степени в виде $h(\xi - \xi_m)$, так что распределение имеет такую форму:

$$y = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2(\xi - \xi_m)^2}.$$

Наш переход к пределу приводит, таким образом, назад к гауссову закону ошибок. Это, впрочем, очевидно сразу, если рассмотреть формулу преобразования (5), лежащую в основании всего нашего исследования. Если, сохраняя дополнительное условие, заставить здесь c безгранично возрастать, то мы получим преобразование: $x = \xi - \xi_m$.

5.

Единственное преобразование переменной, входящей с формулу гауссова закона ошибок, в результате которого получающееся новое распределение остается в определенном выше смысле гауссовым,—это логарифмическое преобразование, при котором, однако, преобразуется не сама переменная, а ее линейная функция. В возникающем таким образом распределении, как и в гауссовом, новая переменная входит только в показатель и притом в квадрате. Но здесь в показатель входит не сама переменная, но логарифм линейной функции от нее. Область нового распределения простирается от положительной или отрицательной точки c до бесконечности. Распределение обладает одним максимумом и в точке c асимптотически приближается к нулю. Оно имеет две точки перегиба, несимметрично расположенные по отношению к максимуму. В выражающую его функцию входят три независимые постоянные: абсцисса максимума, нижняя граница распределения и одна постоянная, играющая роль, подобную роли меры точности в гауссовом законе ошибок. Имея эти три постоянные, можно вычислить максимум. Эмпирически полученные сведения о значении нижней границы, абсциссы и ординаты максимума дают способ, по крайней мере приближенно, вычислить наши три постоянные. Для систематического их вычисления необходимы три уравнения. С этой целью вычисляют моменты относительно точки 0 и при помощи известных формул преобразуют их в моменты относительно абсциссы средней. Эти моменты легко

вычисляются при помощи гауссовых моментов. Мы получаем таким путем три уравнения для определения трех неизвестных постоянных. Решение этих уравнений приводит к одному уравнению третьей степени, и найти его потому нетрудно. Ясно, что постоянная, соответствующая мере точности, играет самую важную роль. Она зависит только от отношения момента 2-го порядка к моменту 3-го порядка. Общеупотребительная величина меры скошенности выражается только через эту постоянную. Наконец, эту постоянную можно выразить с помощью так называемого коэффициента вариации т.-е. отношения средней квадратической ошибки к средней.

С диалектической точки зрения особенно интересны следующие два случая.

Если входящая в преобразование аддитивная постоянная равна нулю, т.-е. распределение распространяется от 0 до бесконечности, то оно отличается от гауссова распределения только логарифмическим преобразованием—переменной и своими отличными постоянными. Это распределение основывается на предположении, что вероятнейшим значением является геометрическая средняя. Ошибки с равным процентным отклонением от нее здесь равновероятны. Этот установленный Мак-Элистером закон ошибок встречается в астрономии. Если принять, что распределение звезд по их абсолютной величине является случайным, то, исследуя распределение звезд по их абсолютной яркости, необходимо произвести логарифмическую подстановку, приводящую к частному случаю нашего распределения.

Если, с другой стороны, заставить абсциссу максимума стремиться к нулю, а область изменения распространить от минус ∞ до плюс ∞, то для того, чтобы возникающее в результате замены переменной распределение имело смысл, необходимо, чтобы максимум оставался конечным. В силу этого последнего условия, средняя, максимум и точка 0 совпадают, а с помощью перехода к пределу мы получим ошеломляющий результат: этот частный случай нашего закона оказывается гауссовым законом ошибок. Таким образом, оба закона ошибок, получаемые, когда за вероятнейшее значение принимают геометрическую среднюю, могут быть представлены в виде частных случаев одного более общего закона ошибок.

Область практического применения нашей формулы определяется ее свойствами. Поэтому она получает значение даже независимо от ее генетической связи с гауссовой кривой, игравшей известную роль *b*. Согласие какой-нибудь формулы с эмпирическими данными в надлежащих случаях является обычно в математической статистике достаточным основанием для ее применения. Пригодными будут кривые асимметричные слева и имеющие отчетливую, данную a priori или находимую из опыта, нижнюю границу. Наша кривая может применяться далее в тех случаях, когда эмпирический материал хотя и обладает верхней границей признаков распределения, но эта верхняя граница выражена чрезвычайно слабо. В силу резкого асимптотического приближения кривой к оси x'ов, абсциссы большей величины обладают тогда совершенно ничтожной частостью. Ведь и в случае гауссова закона именно это свойство дает возможность применения формулы к обширным областям. Так как наша кривая при больших значениях c весьма сближается с гауссовой, то те распределения, которые сейчас еще считаются гауссовыми, подпадут под нашу формулу. Практически говоря, здесь речь идет о распределениях следующего типа: о частости разводов в зависимости от длительности брака; о наступлении некоторых специфических заболеваний и о смертности от них в зависимости от возраста; о повозрастном распределении определенных групп живых людей.

Для возможности применения нашей формулы, в ее общей форме (6), надо прежде всего, чтобы были вычислены на основании эмпирических данных арифметическая средняя и моменты 2-го и 3-го порядка. После этого вычисляют K, а затем мы находим постоянную, соответствующую мере точности, как единственный вещественный корень уравнения (11*a*); потом мы вычисляем нижнюю границу распределения по (11*b*) и абсциссу и ординату максимума по (11*c*) и (11*d*). Зная эти постоянные, можно определить теоретическую кривую, соответствующую нашим измерениям. Соответствующая кумулятивная кривая (Summenkurve) при этом получается при помощи (12) и таблицы значений известного гауссова интеграла.

Пер. *А. Юшкевич.*

Э. И. Гумбель (Гейдельберг)

Статистические свойства линейно возрастающего народонаселения [1]

В предшествующих работах по формальной теории народонаселения рассматривалось большей частью народонаселение, возрастной состав которого постоянен, и которое при постоянных коэффициентах рождаемости и смертности растет, как показательная функция времени. Мы же в последующем откажемся от постоянного возрастного состава и примем более простой закон роста.

Построим некоторое фиктивное население в следующих предположениях:

1. Число рожденных есть линейная функция времени. Под рожденными будем здесь подразумевать только рожденных живыми.

2. Порядок вымирания в рассматриваемое время не изменяется.

3. Не имеет места ни эмиграция, ни иммиграция. В дальнейшем мы увидим, как количественно изменяется при этих условиях народонаселение, его возрастный и половой состав, и какое влияние имеют свойства лежащей в основе таблицы смертности.

I. Числа рожденных, умерших и народонаселение как функция времени.

Допустим, что частота рождений равняется $a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 \ t$, где a_0 и a_1—постоянные. Тогда число рожденных в интервале от $t - dt$ до t будет $\left(u_0 - \frac{a_1}{2} + u_1 \ t \right) dt$, и число рожденных в интервале от t_1 до t_2 будет $\left(t_2 - t_1 \right) \left(a_0 + \frac{a_1}{2} [t_1 + t_2 - 1] \right)$.

[1] Статья переведена с немецкого языка.

В частности число рожденных в год t, иначе говоря за время от t до $t+1$, равно

$$N_{(t)} = a_0 + a_1 t \qquad (1);$$

a_1, таким образом, есть естественный годовой прирост, и a_0—число рожденных в год $t=0$.

Народонаселение в возрасте от x до $x+dx$ во время t родилось за время от $t-[x+dx]$ до $t-x$. Обозначим вероятность дожить до x лет через $l(x)$, тогда количество народонаселения в возрасте от x до $x+dx$ ко времени t равно:

$$\left[a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t - a_1 x \right] l(x)\, dx.$$

Итак, время t совпадает с началом года t. Составим к началу года t часть народонаселения в возрасте от x_1 до x_2 которых назовем доживающими:

$$P^{(t)}_{x_1, x_2} = \left[a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t \right] E^{(0)}_{x_1, x_2} - a_1 E^{(1)}_{x_1, x_2} \qquad (2);$$

где положено

$$\int_{x_1}^{x_2} l(x)\, dx = E^{(0)}_{x_1, x_2} \qquad (3);$$

и

$$\int_{x_1}^{x_2} x\, l(x)\, dx = E^{(1)}_{x_1, x_2} \qquad (4).$$

Формула (2) приводится к $P^{(t)}_{x_1, x_2} = P^{(0)}_{x_1, x_2} + a_1 t E^{(0)}_{x_1, x_2}$ если положить $P^{(0)}_{x_1, x_2} = \left(a_0 - \frac{a_1}{2} \right) E^{(0)}_{x_1, x_2} - a_1 E^{(1)}_{x_1, x_2}$, Само собой разумеется, что нужно рассматривать только те t, для которых выражение $P^{(t)}_{x_1, x_2}$ положительно. Для частного случая, когда $x_1 = 0$, а $x_2 = \omega$, где наивысший достижимый возраст $\omega-1$, все народонаселение в начале года t будет иметь величину:

$$P(t) = \left(a_0 - \frac{a_1}{2} \right) E_{(0)} - a_1 E_{(1)} + a_1 E_{(0)} t = P_{(0)} + a_1 E_{(0)} t \qquad (5);$$

если

$$\int_0^{\omega} l(x)\,dx = E_{(0)} \qquad (3a),$$

и

$$\int_0^{\omega} x\,lgx\;dx = E_{(1)} \qquad (3b).$$

Таким образом, народонаселение является линейной функцией времени.

Для экстраполяции этих и всех последующих формул заметим, что для $a_1 < 0$ и положительного t, и для $a_1 > 0$ и отрицательного t, легко найти такое t, для которого $P(t) < 0$, что, очевидно, не имеет смысла. Поэтому все результаты применимы в основном только к возрастающему народонаселению и для вперед направленной экстраполяции. Обозначим интенсивность смертности в возрасте x через $\mu_{(x)} = -\frac{d\,l(x)}{dx\;l(x)}$; тогда $\mu_{(x)}\,dx$ будет вероятностью смерти в возрастном интервале от x до $x + dx$. Поэтому число умерших в возрасте от x до $x + dx$, за время от t до $t + dt$, равное количеству нардонаселения в том же возрасте и в то же время, умноженному на вероятность смерти в этом возрасте, равно

$$-\left[a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t - a_1 x\right] dl_{(x)}\;dt,$$

и число умерших в возрасте x_1 до x_2 за время от t_1 до t_2

$$-\int_{t_1}^{t_2}\int_{x_1}^{x_2}\left[a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t - a_1 x\right] dl_{(x)}\,dt =$$

$$=\left(t_2 - t_1\right)\left\{\left[a_0 - \frac{a_1}{2}\right]\left[l_1 - l_2\right] + a_1\left[x_2 l_2 - x_1 l_1 - E(^0)_{x_1\,x_2}\right]\right\} +$$

$$+\frac{t_2^2 - t_1^2}{2}\left\{l_1 - l_2\right\} a_1, \text{ если } l_{(x_1)} = l_{(1)}.$$

Они родились в годы от $t_1 - x_2$ до $t_2 - x_1$.

В частном случае, когда $x_1 = 0;\ x_2 = \omega;\ t_1 = t;\ t_2 = t + 1;$ общее число умерших в t год

$$M(t) = a_0 - a_1\,E_{(0)} + a_1 t \qquad (6).$$

Очевидно, имеем тогда $P_{(t+1)} = P_{(t)} + N_{(t)} - M_{(t)}$.

Таким образом, абсолютные числа рожденных и умерших растут с одинаковым темпом. Число умерших есть линейная функция времени, излишек рождаемости постоянен и равен произведению естественного годового прироста на среднюю продолжительность жизни. Это свойство присуще линейно возрастающему народонаселению.

Количество умерших в течение года t в возрасте от x до $x+1$ будет:

$$M^{(t)}_{x,\,x+1} = \delta_{(x)}\left[a_0 - a_1 x + a_1 t\right] + a_1\left[l_{(x+1)} - E^{(\circ)}_{x,\,x+1}\right]$$

если число умерших в возрасте от x до $x+1$, взятое из таблицы смертности, обозначено $l_{(x)} - l_{(x+1)} = \delta_{(x)}$. Принимая $l_{(x)}$ линейно изменяющейся в возрастном интервале x до $x+1$, мы получаем, что $M^{(t)}_{x_1+1} = \delta(x)\left[a_0 + a_1\left[t - x - \frac{1}{2}\right]\right]$.

Число умерших в возрасте от x до $x+1$ в течение года t равно, таким образом, числу умерших в этом возрасте, взятому из таблицы смертности, умноженному на число рожденных в середине календарного года, начавшегося в момент $t - x - \frac{1}{2}$. Но, с другой стороны, они рождались в течение двух лет $t - x - 1$ и $t - x$. В этом нет никакого противоречия. В самом деле, родившиеся в интервале $t - x - 1$ до $t - x$ и умершие в возрасте x до $x + 1$, умирали в промежутке $t - x - 1 + x$ до $t - x + x + 1$, т.-е. в течение двух лет: $t - 1$ и t; и, подобно этому, родившиеся в промежутке $t - x$ до $t - x + 1$, умирающие в возрасте x до $x+1$, умирают в интервале $t - x + x$ до $t - x + 1 + x + 1$, т.-е. в течение двух лет: t и $t+1$. Следовательно, нет никакого противоречия в том, что умершие в t году рождались в течение двух лет, хотя число и таково, как если бы они родились на протяжении одного года.

$$\frac{M^{(t-1)}_{x,\,x+1}}{N\left(t-x-\frac{3}{2}\right)} = \frac{M^{(t)}_{x,\,x+1}}{N\left(t-x-\frac{1}{2}\right)} = \delta(x)$$

есть само собой понятное следствие лежащего в основе предположения неизменности порядка вымирания. Обычно принято

эту таблицу вычислять, исходя не только из общего числа одновременно родившихся, но и из числа живущих и умирающих в определенном промежутке времени.

Средний возраст умирающих в течение года $t\ \overline{M(x,\ t)}$ получается из

$$M_{(t)}\ \overline{M(x,t)} = -\int_t^{t+1}\int_0^{\omega} x\left[a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t - a_1 x\right] dl_{(x)}\, dt$$
$$= a_0\ E_0 - 2a_1\,E(_0) + a_1\,E(_1)\ t,$$

так что

$$\overline{M_{(x,t)}} = E_{(0)}\ \frac{a_0 - 2a_1\bar{x} + a_1 t}{a_0 - a_1 E(_0) + a_1 t} \qquad (7);$$

При этом $\bar{x} = \frac{E(_1)}{E(_0)}$ равен среднему возрасту по таблице смертности. Дифференцируя эту формулу, мы замечаем, что средний возраст умерших увеличивается, если $2E(_1) > E^2_{(0)}$. В том, что это имеет место, легко убедиться. Рассмотрим для этой цели монотонно возрастающую функцию $g(x) = 1 - l(x)$. Для каждого ее момента будем иметь: $dg = -dl$, и

$$\int_0^{\omega} dg = 1;\ \int_0^{\omega} x dg = E_{(0)};\ \int_0^{\omega} x^2 dg = 2E_{(1)}.$$

Введем теперь константы λ_1 и λ_2, тогда величина $\int_0^{\omega}[\lambda_1 + x\lambda_2]^2 dg = \lambda^2 + 2\ \lambda_1\ \lambda_2\ E_{(0)} + 2\ \lambda^2_2\ E_{(1)}$, для всех положительных и отрицательных значений λ_1 и λ_2, должна быть положительной, т.-е. $[\lambda_1 + \lambda_2\ E_{(0)}]^2 + 2\ \lambda^2\ E_{(1)} > \lambda^2_2 E^2{(0)}$. Так как это имеет место для всех значений λ_2 и λ_2, в том числе и для $\lambda_1 = -\lambda_2\ E(_0)$, необходимо, чтобы

$$2\ E_{(1)} > E^2{(0)}.$$

Итак, средний возраст умирающих с течением времени возрастает, хотя порядок вымиранья неизменен. Это имеет место независимо от того, увеличивается ли народонаселение или уменьшается. Средний возраст умерших для линейно возрастающего народонаселения—ниже, для линейно убывающего—выше, чем

для стационарного народонаселения и достигает значения последнего при линейно-возрастающем народонаселении, когда $t=\infty$.

Стационарное народонаселение есть частный случай рассматриваемого здесь, получающийся из него при $a_1=0$. При этом $H_{(t)}=M_{(t)}=0$, число ежегодно рождающихся равно числу ежегодно умирающих, и количество народонаселения всегда равно числу ежегодно рождающихся, или умирающих, уменьшенному на среднюю продолжительность жизни. Как видно из формулы (2), распределение населения по возрастам в стационарном народонаселении эквивалентно возрастному распределению умерших по таблице смертности, следовательно, не является функцией времени. $a_0\,E^{(0)}_{x,\quad x+1}$ в стационарном народонаселении есть не что иное как время, прожитое в возрасте от x до $x+1$ лет, но одновременно также и величина соотвественной части народонаселения (в том же возрасте). $\frac{E_{(1)}}{E_{(0)}}$ есть средний возраст $\bar{x}$ в стационарном народонаселении. Коэффициенты рождаемости и смертности, определяемые как отношения чисел рожденных и соответственно умерших к среднему народонаселению, равны обратному значению средней продолжительности жизни — $n=m=\frac{1}{E_{(0)}}$. Наконец, средняя продолжительность жизни равна среднему возрасту умерших. Все эти особенности давно известны в теории народонаселения.

В то время как в стационарном народонаселении число умерших в возрасте x_1 до x_2 равно разности чисел доживших до возраста x_1 и до возраста x_2, в линейно растущем народонаселении это не имеет места. Ибо число имеющих в год t возраст x_1 есть $[a_0+a_1\;t-a_1\;x_1]\;l_1$, и потому разность между имеющими в год t x_1 лет и имеющими x_2 лет будет:

$$D=[a_0+a_1\;t]\;[l_1-l_2]-a_1\cdot[x_1\;\;l_1-x_2\;\;l_2].$$

С другой стороны, $M^{(t)}_{(x_1\;x_2)}=\left[a_0+a_1\,t\right]\left[l_1-l_2\right]-a_1\left[x_1\,l_1-x_2\,l_2+E^{(0)}_{x_1\;x_2}\right]$. Отсюда разность $M^{(t)}_{(x_1\,x_2)}=D-a_1\,E^{(0)}_{(x_1\,x_2)}$, что для $x_1=0$; $x_2=\omega$ дает опять формулу (6).

Средний возраст в момент t будет:

$$\bar{x}_{(t)} = \frac{\left[a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t\right] E_{(1)} - a_1 E_{(2)}}{\left[a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t\right] E_{(0)} - a_1 E_{(1)}},$$

где аналогично предшествующим обозначениям положено

$$\int_0^\omega x^2 \, l(x) \, dx = E_{(2)}.$$

Положим $\dfrac{\int_0^\omega x^2 l(x) \, dx}{\int_0^\omega l(x) \, dx} = \overline{x^2}$, тогда получим

$$\bar{x}_{(t)} = \bar{x} \frac{a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t - a_1 \frac{\overline{x^2}}{\bar{x}^2}}{a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t - a_1 \bar{x}} \qquad (9).$$

Из той общей теоремы, что $\overline{x^2} > (\bar{x})^2$, имеем в моментах таблицы смертности, что

$$E_{(2)} E_{(0)} > E_{(1)}^2 \qquad (10),$$

поэтому для $a_1 \gtrless 0$, $\bar{x}_t \lessgtr \bar{x}$.

В линейно растущем (убывающим) народонаселении средний возраст живущих меньше (больше), чем в стационарном. Для $t = \infty$ средний розраст в линейно растущем народонаселении тот же, что и в стационарном. Средний возраст растет со временем, так как, отвлекаясь от положительных величин,

$$\frac{d\bar{x}_t}{dt} = -\bar{x} + \frac{\overline{x^2}}{\bar{x}}.$$

II. Коэффициенты рождаемости, смертности и возрастной состав как функции времени.

Обозначив в линейно растущем народонаселении время, прожитое народонаселением в течение года t, иначе говоря среднее народонаселение, через $\tilde{P}_{(t)}$, будем иметь

$$\tilde{P}_{(t)} = \int_t^{t+1} P_{(t)} \, dt = a_0 E_{(0)} - a_1 E_{(1)} + a_1 E_{(0)} t.$$

Отсюда коэффициент рождаемости

$$n_{(t)} = n \frac{a_0 + a_1 \; t}{a_0 + a_1 \; t - a_1 \; \bar{x}} \qquad (11).$$

Как видим из дифференцирования, коэффициент рождаемости уменьшается со временем; коэффициент рождаемости в линейно растущем (убывающем) народонаселении больше (меньше), чем в стационарном. Для $t = \infty$ коэффициент рождаемости в линейно растущем народонаселении тот же, что и в стационарном.

Для коэффициента смертности имеем:

$$m\,(t) = m \frac{a_0 + a_1 \; t - a_1 \; E_{(0)}}{a_1 \;\; a_0 + t - a_1 \; \bar{x}} \qquad (12).$$

Он будет в линейно растущем (убывающем) народонаселении меньше (больше), чем в стационарном, когда $E(_0) > \bar{x}$. Что это неравенство имеет место для всех современных таблиц инертности,—я уже показал в другом месте. [1] Поэтому в линейно растущем народонаселении коэффициент смертности меньше, чем в стационарном. Он не зависит от величины прироста, иначе говоря от того, будет ли коэффициент смертности больше или меньше, чем в стационарном, но зависит только от свойств таблицы смертности. Так как $\frac{d \; m_{(t)}}{dt}$, опуская положительные множители, равно $E(_0) - \bar{x}$, то коэффициент смертности растет со временем. Он достигает в линейно растущем народонаселении значения коэффициента смертности стационарного при $t = \infty$. Несмотря на уменьшающийся коэффициент рождаемости и увеличивающийся коэффициент смертности, народонаселение линейно растет. Это происходит потому, что, по крайней мере для конечных значений t, коэффициент рождаемости остается больше коэффициента смертности, достигая его лишь при $t = \infty$. Что этот случай может иметь место, в популярной литературе по убывающей рождаемости обычно упускается из виду.

Относительный прирост $\frac{a_1}{a_0 - a_1 \bar{x} + a_1 \; t}$ растет или падает со временем соответственно с $a_0 \; a_1 \gtrless a_1^2 \; \bar{x}$. Так как величина a_0

[1] Über eine allgemeine Eigenschaft der Sterbetafeln, «Zeitschrift für die gesamten Versicherungswissenschaften», Bd. 24. H. 4, Berlin, 1924.

и ее отношение к a_1 хотя и зависят от времени, но взяты для $t=0$ и потому не поддаются, вообще говоря, дальнейшему исследованию. Итак, соотношения между коэффициентом смертности, коэффициентом рождаемости и средним возрастом умирающих таковы: для $a_1 \gtrless 0$

$$\overline{n}(t) \gtrless mt \qquad m(t) \lessgtr \frac{1}{E_0}$$

$$n(t) \gtrless \frac{1}{E_0} \qquad m(t) \lessgtr \frac{1}{M(x_1\ t)}$$

Напротив, соотношения между $n(t)$ и $\frac{1}{M(x_1\ t)}$ зависят от времени.

Эти теоремы являются частью специальными случаями, частью обобщениями теорем, данных Борткевичем в его «Mittlerem Lebensdauer».[1]

Относительное количество имеющих возраст от x до $x+dx$, $\pi(x, t)\ dx$, в линейно растущем народонаселении будет:

$$\frac{\left[a_0-\frac{a_1}{2}+a_1\ t-a_1\ x\right] l(x)\ dx}{\left[a_0-\frac{a_1}{2}+a_1 t\right] E(0)-a_1\ E(1)}$$

Напротив, в стационарном оно равно $\frac{l(x)\ dx}{E(0)}$. Оно будет в линейно растущем народонаселении больше (меньше), чем в стационарном, соответственно с $x \lessgtr \overline{x}$, в линейно убывающем же народонаселении наоборот. Вследствие этого в линейно растущем народонаселении доля участия средних возрастных классов та же, что и в стационарном. Младшие классы сильнее, старшие—слабее представлены; таким образом, имеем в младших возрастных классах, так же, как и в старших, сильную смертность. Большая доля младших возрастных классов имеет тенденцию повышать коэффициент смертности; меньшая доля старших возрастных классов имеет обратную тенденцию—

[1] Jena, Gustav Fischer, 1893.

понижать коэффициент смертности. Так как коэффициент смертности в линейно растущем народонаселении меньше, чем в стационарном, то преобладает последняя тенденция. В линейно убывающем народонаселении доля у младших меньше, доля старших больше, чем в стационарном. Первое имеет тенденцию понижать, второе—повышать коэффициент смертности. Так как в линейно убывающем народонаселении коэффициент смертности больше, чем в стационарном, то преобладает последняя тенденция.

В линейно растущем народонаселении относительный возрастный состав есть монотонно убывающая функция возраста, иначе говоря, младшие возрастные классы постоянно сильнее представлены, чем старшие. Поэтому для $a_1 > 0$

$$P(t) \frac{\partial \pi(x, t)}{\partial x} = \left[a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t - a_1 x \right] l'(x) - a_1 \; l(x).$$

Как следствие $\frac{\partial \pi(x, t)}{\partial x} < 0$, так как выражение в скобках всегда положительно, а $l'(x)$ всегда отрицательно.

Это имеет место также и в линейно убывающем народонаселении. Если здесь $\frac{\partial \pi(x, t)}{\partial x} = 0$, т.-е. если старшие классы представлены одинаково с младшими, $l(x)$ должна быть функцией t, что противоречит нашим предположениям. Возрастной состав, порядок вымирания есть монотонно убывающая функция времени. Если при $a_1 < 0$ когда-либо $\frac{\partial \pi(x, t)}{\partial x} > 0$, оно должно хотя бы один раз быть равно нулю, что невозможно.

Интересно также, как изменяется возрастной состав со временем. В стационарном народонаселении возрастный состав, так же, как и порядок вымиранья, инвариантен по отношению ко времени. Это имеет место, как известно, также и в народонаселении, растущем как показательная функция времени. Напротив, относительная доля возрастных классов от x_1 до x_2, по отношению ко всему народонаселению, увеличивается здесь со временем,

$$\frac{\left[a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t \right] E^{(0)}_{x_1 x_2} - a_1 \; E^{(1)}_{x_1 x_2}}{\left[a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t \right] E_{(0)} - a_1 \; E_{(1)}}$$

остается прежней и уменьшается в соответствии с $\overline{x}_{x_1 x_2} \gtrless \overline{x}$,

где $\overline{x}_{x_1 x_2} = \frac{\int_{x_1}^{x_2} x\, l(x)\, dx}{\int_{x_1}^{x_2} l(x)\, dx}$ обозначает средний возраст в возрастном интервале x_1 до x_2 для стационарного народонаселения. Это верно независимо от того, убывает ли народонаселение или возрастает. Она не зависит, таким образом, от знака и величины прироста, но зависит только от свойств лежащей в основе таблицы смертности. Относительная доля возрастного класса остается неизменной, если средний возраст тот же, что и в предположенном стационарном народонаселении. Доля старших возрастных классов возрастает с течением времени, младших — убывает. Рассмотрим годичный возрастный интервал; тогда для средних возрастных классов будем иметь приближенно $\overline{x}_{x_1 x_1} = x + \frac{1}{2}$. Если мы захотим получить теперь порядок вымирания для каждого пола в отдельности, нужно $E_{(1)}$ и $E_{(0)}$ вычислять отдельно для обоих полов, и тогда для каждого пола получим особые инвариантные возрастные классы.

Рассматривая возрастный состав линейно растущего народонаселения как функцию времени, замечаем, что он с течением времени приближается к возрастному составу стационарного народонаселения. Доля младших возрастных классов, которые по сравнению со стационарным народонаселением сильнее представлены, уменьшается, старших же, слабее представленных, увеличивается. В самом деле

$$\lim_{t=\infty} \Pi_{(x,\, t)} = \frac{l(x)}{E_{(0)}}.$$

Практически это должно осуществиться в конечный промежуток времени. Подобное предельное значение существует и и для линейно убывающего народонаселения, но статистической интерпретации оно не имеет. Относя число родившихся не ко всей массе народонаселения, но лишь к способным к воспроизведению возрастным классам, увидим, что этот «коэффициент плодовитости» так же, как коэффициент рождаемости, уменьшается с течением времени. Он уменьшается быстрее (медленнее),

чем коэффициент рождаемости, когда доля способных к воспроизведению возрастных классов народонаселения увеличивается (уменьшается). Это будет только в том случае, когда средний возраст способных к воспроизведению возрастных классов от x_1 до x_2 в стационарном народонаселении больше (меньше), чем во всем данном. Согласно с этим можно определить непосредственно из таблицы смертности, будет ли быстрее убывать с течением времени коэффициент плодовитости или коэффициент рождаемости.

Подобные рассуждения можно применить к соотношению любых частей народонаселения. Найдем, напр., долю женщин в общей массе народонаселения. Пусть σ, равная части рождения женского пола по всей рождаемости, будет величиной жизненной по отношению ко времени. Все величины, взятые для женской части народонаселения, будем записывать в последующем индексом f. Тогда доля женщин во всем народонаселении

$$\sigma \frac{E({}_0 f)}{E({}_0)} \qquad \frac{a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t - a_1 \bar{x} f}{a_0 - \frac{a_1}{2} + a_1 t - a_1 \bar{x}}$$

будет расти со временем, оставаться прежней или уменьшаться в соответствии с $\bar{x} f \gtreqless \bar{x}$. Если же $E({}_1 f) > E({}_1)$ так же, как и $E({}_0 f) > E({}_0)$, нельзя сказать a priori, какое из двух соотношений будет иметь место. Однако, в выше названной работе доказано, что для всех современных таблиц смертности $\bar{x} f > \bar{x}$. Женская часть определенного возрастного класса $x_1 d$ до x_1 x_2 растет, не изменяется или уменьшается в соответствии с $\bar{x}(x_1, x_2, f) \gtreqless \bar{x}(x_1, x_2)$. Существует поэтому возрастный класс, половой состав которого инвариантен по отношению ко времени. Так как $\bar{x} f > \bar{x}$, женская часть всего народонаселения в линейно растущем (убывающем) народонаселении меньше (больше), чем в стационарном. Для $t = \infty$, женская часть линейно растущего народонаселения $\frac{\sigma E({}_0 f)}{E({}_0)}$ та же, что и в стационарном. Женская часть быстрее растущего народонаселения меньше, чем медленнее растущего. Итак, быстрый рост народонаселения уменьшает его женскую часть.

Общий обзор.

Если число рождений линейно растет со временем, а порядок вымирания остается неизменным, то также линейно растет число умерших и при той же степени, так что излишек рождений остается постоянным. Коэффициенты рождаемости и смертности с течением времени уменьшаются. Коэффициент рождаемости—больше, коэффициент смертности—меньше, чем в стационарном народонаселении, что находится в соответствии с распределением смертности. Народонаселение будет линейно расти.

Понимая под средней продолжительностью жизни взятую непосредственно из таблицы смертности среднюю продолжительность жизни одного рождённого, имеем следующие теоремы относительно таблицы смертности. Средняя продолжительность жизни больше среднего возраста живущих, но меньше, чем удвоенный возраст живущих. Квадрат среднего возраста живущих меньше, чем среднее значение крадрата возраста.

В растущем народонаселении коэффициент рождаемости больше, чем обратное значение средней продолжительности жизни, иначе говоря, чем коэффициент рождаемости в стационарном народонаселении; коэффициент смертности меньше, чем обратное значение среднего возраста умирающих; средний возраст умирающих меньше, чем средняя продолжительность жизни; коэффициент смертности меньше, чем коэффициент смертности стационарного народонаселения.

Доля средних возрастных классов в стационарном народонаселении остается постоянной, доля младших—уменьшается, старших—увеличивается.

Отношение количества женщин ко всему народонаселению возрастает со временем, так как средняя продолжительность жизни женщин, по таблицам смертности, больше, чем для обоих полов вместе. Доля женщин во всей массе народонаселения в линейно растущем народонаселении меньше, чем в стационарном, в быстрее растущем народонаселении будет меньше, чем в медленнее растущем. Народонаселение с большим естественным годовым приростом будет иметь больший коэффициент рождаемости, меньший коэффициент смертности, меньший средний возраст умирающих, меньший средний возраст живущих и бо̀льшую

разницу возрастного состава, с возрастным составом стационарного народонаселения, чем народонаселение с меньшим естественным годовым приростом. Для экстраполяции все эти данные нужно применять с осторожностью, так как линейная формула, как гипотеза неизменности порядка вымирания, скоро оказывается несостоятельной.

З. Цейтлин

Вихревая теория электромагнитного движения[1]

1.

История развития учения об электромагнетизме и свете приводит к бесспорному убеждению, что сущностью электромагнитных процессов является вихревое движение. Недавние исследования Дж. Дж. Томсона, Кастерина и Уайттекеров[2] о квантовом электромагнитном кольце не оставляют уже места для какого бы то ни было сомнения на этот счет.

Большой знаток теорий электромагнетизма, Уайттекер подчеркивает в своей последней работе, что электромагнитное квантовое кольцо, повидимому, является вихревым образованием.

Задача настоящей статьи—показать весьма простым способом, что ур-ия Масквелла—Гертца действительно вытекают из основного ур-ия вихревой теории—ур-ия Стокса—Гельмгольца:

$$2\omega = 4\pi w = curl\, v,$$

где $v\,(xyzt)$ — скорость в данной точке среды,[3] $\omega\,(xyzt)$ — соответствующая угловая скорость; величина w называется вихрем, при чем коэффициент 4π вводится для приведения

---

[1] Для понимания нижеизложенного необходимо знание основ теории вихрей. Рекомендуем для этой цели превосходную книгу А. А. Эйхенвальда: «Теоретическая физика», ч. I, теория поля. Более подробное изложение—в III томе «Теоретической механики» П. Аппеля. Практические иллюстрации—в «Основах воздухоплавания» Н. Е. Жуковского.

[2] См. Кастерина, «Phil. Magaz.», декабрь 1926 г. E. T. Whittaker. Proc, Soyal. Ed. 46 (1926), стр. 116; там же J. M. Whittaker, стр. 306.

[3] Здесь мы имеем в виду вихревую слагающую скорости (скорость без потенциала скоростей); невихревую слагающую мы в дальнейшем обозначаем через $v_t\,(c)$.

в соответствие формул механического движения с принятыми в электродинамике обозначениями.

Чтобы понять сущность нашего вывода ур-ий электромагнитного движения, необходимо прежде всего принять во внимание следующее:

Теория Максвелла-Гертца является теорией «средних значений»—Mittelwerttheorie, как говорят немцы.

В самом деле, величины E и H электрического и магнитных полей имеют в теории Максвелла-Гертца смысл «плотностей» т.-е. выражают число силовых линий на единицу площади в данной точке; $\frac{E^2}{8\pi}$ $\left(\text{или } \frac{\varepsilon E^2}{8\pi}\right)$ и $\frac{H^2}{8\pi}$ $\left(\frac{\mu H^2}{8\pi}\right)$ будут плотностями энергии в данной точке среды.

Этот характер теории Масквелла-Гертца обусловлен тем, что теория эта является теорией сплошной среды, теорией поля, а во всякой такой теории мы оперируем не с «прерывными» величинами, относящимся к «изолированным» физическим индивидуумам (отдельными материальными частицами, атомами, электронами, массами планет и т. д.), а с величинами непрерывными.[1] Физико-математическое же исследование таких величин возможно лишь в форме средних значений.

Для наглядного уяснения этого пункта возьмем ур-ия движения «изолированного» тела и сплошной среды:

$$\left.\begin{aligned} X &= M\frac{d^2x}{dt^2} \\ \rho X &= \rho\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\partial p}{\partial x} \end{aligned}\right\} \text{ аналогично для } Y \text{ и } Z$$

[1] Во избежание недоразумений заметим здесь, что эта непрерывность в конечном итоге исследования оказывается синтезированной с прерывностью. Вихревые трубки в эфире одновременно непрерывны (по отношению к среде) и прерывны (между собою). Вот почему Томсон имеет возможность начинать исследование с прерывных Фарадеевых трубок, чтобы в конечном итоге притти к ур-иям непрерывности Максвелла. Вот почему нет никакого противоречия между утверждением непрерывности и утверждением Томсона: «с нашей точки зрения, этот взгляд на электрические явления может считаться образующим род молекулярной теории электричества, при чем Фарадеевы трубки занимают место молекул в кинетической теории газов».

Первое ур-ие изображает движение массы M под действием силы X (Y, Z), т.-е. сила X (Y, Z) отнесена ко всей массе M.

Второе ур-ие—основное ур-ие гидродинамики; в нем сила X отнесена к единице массы, и, стало-быть, ρX означает силу, действующую на единицу объема; этот же смысл имеет величина $\rho \frac{d^2x}{dt^2}$; $\frac{\partial p}{\partial x}$ — это изменение (градиент) давления p, т.-е. силы, отнесенной к единице площади. Вот почему в теории сплошных сред скорость «в данной точке» v и вихрь w имеют смысл «плотностей», и плотность энергии в данной точке определяется формулами: [1]

$$P_{cp} = \rho \frac{v^2}{8\pi} = k\rho w^2 = \frac{k\rho}{4\pi^2}\ \omega^2.$$

Здесь плотность энергии выражается тремя способами: а) через скорость v; б) через плотность вихрей w, при чем введен неопределенный коэффициент k, зависящий от формы вихревого движения; в) через угловую скорость ω, связанную с w равенством : $2\omega = 4\pi w$.

«Статистический» характер теории Максвелла—Гертца дает возможность при выводе ур-ий электромагнитного движения не делать никаких предварительных предположений о деталях механизма этого движения, за исключением одного лишь—того, именно, что эфир и заряды движутся подобно несжимаемой жидкости. Это предположение лежит в основе главных теорий электромагнетизма.

2.

Пусть $P_{cp} = k\rho A^2$ будет плотностью энергии в некоторой точке. Величина A может означать скорость v, угловую скорость ω или же вихрь w, в соответствии с чем коэффициент k будет иметь различные значения.

Из векторного анализа известно, что полное изменение во времени $\frac{dA}{dt}$ вектора A слагается из двух частей: а) местного

---

[1]. Плотность энергии в обычных обозначениях будет $\frac{\rho v^2}{2}$; коэффициент $1/4\pi$ вводится для согласования с электродинамическими обозначениями.

См. книгу А. А. Эйхенвальда.

(локального) изменения $\frac{\partial A}{\partial t}$ и б) стационарного со слагаемыми по осям координат

$$\left(V_x \frac{\partial A_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial A_x}{\partial y} + V_z \frac{\partial A_x}{\partial z}\right)$$

и аналогично для A_y, A_z. В векторной символике стационарное изменение изображается через (v. grad) A, так что

$$\frac{dA}{dt} = \frac{\partial A}{\partial t} + (v\,.\,\mathrm{grad})\,A.$$

В установившемся, например, течении жидкости локальное изменение равно нулю, так как в каждой точке среды скорость неизменна; имеется лишь различие в скоростях различных точек; это различие и называют стационарным изменением скорости—стационарным ускорением.

В ур-иях Максвелла-Гертца мы имеем дело с местным изменением величин электромагнитного поля, так что для вывода этих ур-ий нам придется рассмотреть, что происходит в данной точке поля, иначе—в соотнесенной к данной точке единице объема.

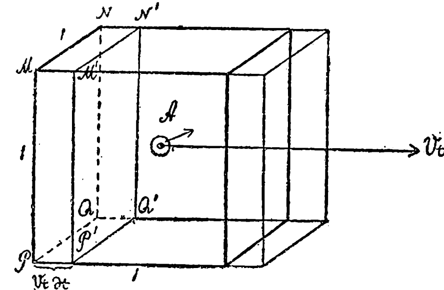
При этом, как было уже указано, нет надобности предварительно знать детали происходящих в данном месте среды движений,—важен лишь общий итог этих движений.

Таким итогом может быть или стационарное состояние, которого мы не рассматриваем, или же локальное изменение движения, связанное с изменением плотности энергии в данной точке среды. Это локальное изменение плотности энергии и является исходным пунктом нашего исследования.

Пусть в данной точке O среды в определенный момент времени плотность энергии будет $P_{cp} = k\rho A^2$.

Всякое изменение этой величины является результатом положительного или отрицательного притока энергии в данную точку среды, результатом движения движения. Это движение происходит с определенной скоростью V_t, зависящей от характера среды (плотности, упругости и т. д.). Изобразим эту скорость вектором, исходящим из точки O, и построим вокруг

этой точки куб в единицу объема, с основанием параллельным вектору V_t:



Энергия P_{cp}, равномерно распределенная по объему единичного куба, изобразит плотность энергии в данной точке в данный момент. Пусть теперь локальное изменение плотности энергии происходит таким образом, что в итоге оно эквивалентно движению энергии из соотнесенной к данной точке единицы объема со скоростью V_t в течение времени ∂t. Через время ∂t энергия куба $MNPQ$ займет положение $M' N' P' Q'$, так что изменение плотности энергии за время ∂t будет равно энергии параллелепипеда $MNPA\ M' N' P' Q'$, объем которого равен $V_t\, \partial t \times 1 \times 1 = V_t\, \partial t$, что при плотности P_{cp} даст для изменения $-\partial P_{cp}$ величину

$$\partial P_{cp} = -P_{cp}\, V_t\, \partial t;$$

откуда

$$\boxed{\frac{\partial P_{cp}}{\partial t} = -P_{cp}\, V_t}$$

Полученное соотношение представляет собою один из самых элементарных законов физики: изменение какой-либо величины пропорционально самой величине. Таков, например, закон распада радия или закон растворения веществ.[1] Мы

[1] Ур-ие радиевого распада будет $\frac{dR}{dt} = -kR$, где R—наличное количество радия в момент t; растворение веществ представляет собою так наз. процесс второго порядка, ур-ие которого будет $\frac{dm}{dt} = -km(s-c)$, где m—наличное количество вещества, s — концентрация в насыщенном состоянии, c — зависящая от m концентрация в данный момент. Если c мало сравнительно с s, то ур-ие процесса растворения будет:

$$\frac{dm}{dt} = -ksm = -Km.$$

принимаем формулированный закон изменения плотности энергии в данной точке в качестве нашей основной гипотезы и утверждаем, что вихревое электромагнитное движение подчиняется именно этому закону.

Решение полученного ур-ия дает формулу

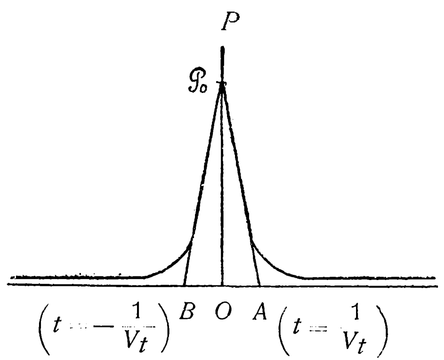
$$P_0 = P_{cp}\, e^{-V_t t},$$

которая изображает закон уменьшения плотности энергии в данной точке среды.

Чтобы изобразить закон возрастания плотности, вводим отрицательное время и формулу

$$P_{cp} = P_0\, e^{+V_t \cdot t},$$

в которой t изменяется от $-\infty$ до 0. Левая и правая кривые рис. графически изображают возрастание и убывание плотности энергии в данной точке.



Так как V_t для эфира очень велико ($V_t = c = 3 \cdot 10^{10}$), а P, вообще говоря, ничтожно мало (плотность энергии света, например), то верхние ветви кривых почти вертикальны. Эти ветви можно заменить поэтому касательными в точке (P_0, O) — — $P_0 A$ и $P_0 B$, ур-ия которых будут

$$P_{cp} = P_0 \mp P_0\, V_t \cdot t.$$

Эти ур-ия изображают движение единичного «твердого» куба плотности P_0 через данную точку. Отсюда ясны происхождение и смысл нашего основного закона локального изменения плотности энергии: как учит теория вихрей, вихри подобны твердым

вращающимся телам и движутся подобно твердым телам (закон Гельмгольца); разница между твердым телом и вихрем та, что твердое тело имеет резко-определенные границы, в то время как вихрь—это образование в сплошной среде,—границей которого является определенная поверхность разрыва скоростей, но не разрыва движения вообще, которое непрерывно; отсюда и проистекает различие между законами движения твердого тела и вихря через данную точку; однако, при наличии очень большой скорости V_t движение вихря почти тождественно с движением твердого тела.

Условившись считать время отрицательным для случая увеличения плотности, можно основной закон выразить формулой

$$\frac{\partial P_{cp}}{\partial t} = \pm P_{cp} \cdot V_t \, .$$

Заменив P_{cp} через $k\rho A^2$, получим тот же закон в видоизмененной форме:

$$k\rho \frac{\partial (A^2)}{\partial t} = \pm k\rho A^2 V_t,$$

или

$$2 A k\rho \frac{\partial A}{\partial t} = \pm k\rho A^2 V_t,$$

или

$$\boxed{\frac{\partial A}{\partial t} = \pm \frac{1}{2} A V_t}$$

Рассмотрим прежде всего при помощи полученного основного ур-ия электромагнитное движение в свободном эфире. Для этого необходимо установить, во-первых, скорость перемещения электромагнитной энергии в свободном эфире, а, во-вторых, найти соотношение между величинами v, w (ω) и величинами H, E.

Сделать первое очень просто,—ныне окончательно признано, что лучистая энергия представляет собою энергию электромагнитного движения, так что электромагнитная энергия распространяется в свободном эфире прямолинейно и с постоянной скоростью $c = 300.000$ км/ск.

$$V_t = const = c.$$

Для установления соотношения между v, w (ω), H и E придется выдвинуть гипотезу о характере векторов H и E. Из теории вихрей известно, что вихревое кольцо движется перпендикулярно к своей плоскости, т.-е. направление движения перпендикулярно к вектору-вихрю.

Согласно теории Дж. Дж. Томсона электромагнитное квантовое кольцо образуется из электрических (E) силовых трубок и двигается перпендикулярно к своей плоскости. Если, стало быть, электромагнитное кольцо действительно является вихревым, то E соответствует w (ω), а H — скорости v; или короче: E — аксиальный вектор, H — полярный. Вопрос о том, какой из векторов E и H является аксиальным (или полярным),— вопрос спорный, и многие исследователи настаивают на обратном, нежели принимаемое нами, соотношении.

Последующие наши выводы не зависят, однако, от той или иной гипотезы и легко могут быть обращены, если кто-либо пожелал бы рассматривать H как аксиальный вектор, а E— как полярный.

Пользуясь вышеприведенной формулой, для плотности энергии P_{cp} напишем два соотношения·

$$P_{cp} = \frac{\rho v^2}{8\pi} = \frac{H^2}{8\pi};$$

H выражено в электромагнитных единицах.

$$\boxed{v = \pm \frac{1}{\sqrt{\rho}} H}$$

$$P_{cp} = k\rho\, w^2 = \frac{E^2}{8\pi};$$

E выражено в электростатических единицах.

$$\boxed{w = \pm \frac{1}{\sqrt{8\pi k\rho}} E}$$

Остается определить величину коэффициента k. Эта величина не может быть найдена априори, так как она характеризует структуру электромагнитных силовых волокон, о которых мы не сделали никаких предварительных предположений. Наоборот, наш метод заключается именно в том, чтобы, получив

из опыта величину k, определить тем самым структуру электромагнитных силовых волокон. Оказывается, что ур-иям Максвелла—Гертца удовлетворяет простое значение

$$k = 8\pi.$$

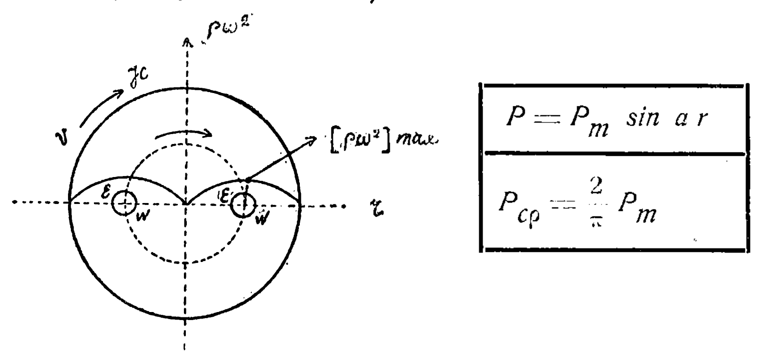
Это значение дает возможность определить структуру вихревых трубок: подставив в формулу для плотности энергии вместо k величину 8π, получим:

$$P_{cp} = 8\pi \rho w^2 = \frac{2}{\pi} \left[\rho\omega^2\right]_{max} = \frac{E^2}{8\pi}.$$

Общеизвестно, что при синусоидальном распределении какой-либо величины среднее значение этой величины за половину периода будет равно $\frac{2}{\pi} \times$ максимальное значение.

Следовательно, $\left[\rho\omega^2\right]$ — максимальное значение синусоидального распределения плотности энергии в электромагнитном вихревом волокне, а $8\pi\rho w^2 = \frac{E^2}{8\pi}$ — среднее значение плотности энергии, что вполне соответствует теории Максвелла—Гертца, теории «средних значений».

Рис. 2 показывает структуру электромагнитного вихревого волокна (поперечное сечение).



Магнитное поле H соответствует скорости $\vec{v}$, электрическое $\vec{E}$ — вихрю w (ω), при чем $E \perp H$ в каждой точке вихря. Вихрь достигает максимума на средней окружности, в центре же и

на пограничной окружности он равен нулю. На пограничной окружности мы имеем «разрыв непрерывности» скоростей, вследствие чего и происходит поступательное движение вихревой поверхности разрыва. [1]

Подставим теперь полученные соотношения для v, w H и E в основное ур-ие локального изменения. Получим:

$$\frac{\partial w}{\partial t} = +\frac{1}{2} wc; \quad \frac{1}{c}\frac{\partial w}{\partial t} = +\frac{1}{2} w = +\frac{1}{8\pi} \, curl \, v; \text{ так как } w = \frac{1}{4\pi} curl \, v;$$

или

$$\boxed{\frac{1}{8\pi\sqrt{\rho}\, c}\frac{\partial E}{\partial t} = + \frac{1}{8\pi\sqrt{\rho}} curl \, H;}$$

так как

$$w = \pm \frac{1}{\sqrt{8\pi k\rho}} E = + \frac{1}{8\pi\sqrt{\rho}} E$$

Отсюда

$$\boxed{\frac{1}{c}\frac{\partial E}{\partial t} = + \, curl \, H}$$

Это и есть количественное выражение [1] первого ур-ия теории Максвелла—Гертца. Второе ур-ие можно получить двумя способами: а) из равенства

$$P_{cp} = \frac{\rho v^2}{8\pi} = 8\pi\rho w^2 = \frac{E^2}{8\pi} = \frac{H^2}{8\pi}; \; E \perp H \text{ и } E = H.$$

Это именно равенство характеризует особенность развиваемой нами теории. Написанные величины—это лишь различные способы выражения плотности энергии одного и того же вихря: $\frac{E^2}{8\pi}$ — это выражение через плотность вихря w (ω); $\frac{H^2}{8\pi}$ —через скорость v. В обычных изложениях электромагнитного

---

[1] См. «Механику» Аппеля, § 712: «О распространении волн и разрывах сплошности в движении жидких средин».

[1] Т.-е. не принимая во внимание знаков (+), характеризующих направление электромагнитных действий.

учения E и H рассматриваются как меры двух совершенно различных вещей: «электрического» и «магнитного» полей.

Такая точка зрения обусловлена тем, что наши понятия об электрическом и магнитном полях возникли на основе изучения взаимодействия магнитов, токов и зарядов.

Опыт показывает, что магниты и токи всегда действуют друг на друга, в то время как для взаимодействия магнита (или тока) с зарядом необходимо особое движение последнего.

Но взаимодействие между вихревыми системами, каковыми являются магниты, токи и заряды,—явление чрезвычайно сложное, для понимания которого необходима рациональная динамическая теория. Такой теории не существует, однако, до сих пор. Повидимому, отсутствие взаимодействия между магнитами, токами и неподвижными зарядами объясняется тем, что последние являются открытыми вихревыми системами. Электромагнитный вихрь имеет концы на заряженных телах, в то время как магниты и токи—это системы замкнутые. В случае же движения зарядов, возможно, имеет место то же явление, что при движении тел друг относительного друга в жидкости.

Необходимо, кроме того, подчеркнуть, что структура электромагнитного поля зарядов не тождественна со структурой поля магнитов и токов. Имеются, например, основания полагать, что электрический ток—это так называемый динамический вихревой шнур, т.-е. вихревая область сосредоточена главным образом на оси тока, область же вне провода—это безвихревая область, в которой скорость имеет потенциал скоростей. Электромагнитное поле изолированного и движущегося электрона имеет опять-таки свои особенности. В современной электродинамике все эти различия не принимаются во внимание. Уже давно Гегелем отмечен тот недостаток естественно-научного мышления, что оно, изыскивая повсюду единство и тождество, забывает о различиях; что наука поэтому часто бывает похожа на ночь, где все кошки серы.

Таким образом, утверждение, что магнитное поле возникает лишь пре движении электрических силовых линий, необходимо с нашей точки зрения[1] понимать так, что движение силовой линии—одно из условий взаимодействия с магнитами и токами.

[1] Это и есть по существу точка зрения Дж. Дж. Томсона.

Если $E = H$, то, переставив в первом ур-ии Максвелла E и H, получим второе ур-ие

$$\boxed{\frac{1}{c}\ \frac{\partial H}{\partial t} = \pm\ curl\ E}$$

совершенно симметричное с первым.

б) Тот же результат можно получить на основании теории вихрей.

Теория эта учит, что если положить

$$v = curl\,B,$$

где B называется вектором-потенциалом (понятие, введенное Максвеллом), то плотность энергии выразится через

$$P_{cp} = \rho\ \frac{(B\,.\,w)}{2}$$

где $(B\,.\,w)$ означает скалярное произведение, т.-е. $B.w.\cos\,(\widehat{B.w})$

Получаем, стало быть,

$$P_{c\rho} = 8\pi\rho w^2 = \rho\,\frac{(B.w)}{2},$$

так что можно считать $B \parallel w$ и

$$B = 16\pi w = \pm\frac{2E}{\sqrt{\rho}}$$

Применяя основное ур-ие по вектору v, получим:

$$\frac{1}{c}\ \frac{\partial v}{\partial t} = \pm\frac{1}{2}\ v = \pm\frac{1}{2}\ curl\,B = \pm\ \frac{1}{\sqrt{\rho}}\ curl\,E;$$

или

$$\frac{1}{\sqrt{\rho c}}\ \frac{\partial H}{\partial t} = \pm\ \frac{1}{\sqrt{\rho}}\ curl\,E;$$

$$\boxed{\frac{1}{c}\ \frac{\partial H}{\partial t} = \pm\ cu{\cdot}l\ E}$$

Полученные нами ур-ия Максвелла дают законы количественных (скаларных) изменений векторов H и E. Векторы же имеют, однако, известные направления, и количественные (скаларные) изменения связаны с определенными направлениями.

Настоящая работа не ставит себе целью обосновать и выявить физический смысл направлений электромагнитных действий, мы ограничимся поэтому лишь приведением действительных знаков ур-ий Максвелла: первое ур-ие берется со знаком (+), второе—со знаком (—).

$$\frac{1}{c}\frac{\partial E}{\partial t} = + \, curl\, H$$

$$\frac{1}{c}\frac{\partial H}{\partial t} = - \, curl\, E$$

Формально—физический смысл знака (—) таков:

Если магнитное поле получает приращение определенного направления, которое условно считается положительным $(+\partial H)$, то появляется вихрь электрического поля, который при принятых условных обозначениях считается отрицательным.[1] Написанное выражение второго ур-ия Максвелла—Гертца получается при нашем выводе, если в равенстве

$$Pc\rho = 8\pi\, w^2 = \rho\, \frac{(B\,.\,w)}{2}$$

считать $\angle Bw = \pi$, и, стало-быть, $\cos\,(\widehat{Bw}) = -1$, т.-е. вектор-потенциал B параллельным, но обратным по направлению вектору w. Тогда

$$B = -16\pi\, w = -\frac{2E}{\sqrt{\rho}} \text{ и т. д.}$$

Третье и четвертое ур-ия теории Максвелла—Гертца непосредственно вытекают из учения о вихревом движении в несжимаемой жидкости. Расходимость (дивергенция) как скорости, так и вихрей равна в такой жидкости нулю:

$$div\,(v) = 0;\; div\,(w) = 0.$$

[1] Эти условные обозначения можно найти в любом учебнике физики при формулировке законов индукции.

Так как мы предположили, что эфир движется подобно несжимаемой жидкости, то эти ур-ия имеют силу и для движения в эфире. Заменяя v и w их значениями через H и E, получим третье и четвертое ур-ия Максвелла—Гертца:

$$\boxed{\begin{aligned} div\, H &= 0 \\ div\, E &= 0 \end{aligned}}$$

Выведем теперь первое ур-ие Максвелла для случая наличия в поле зарядов плотности $\triangle$.

Из теории поля известно, что в этом случае

$$div\, E = 4\pi \triangle = E_2;$$

$div\, E$ или расходимость (дивергенция) поля означает положительный или отрицательный избыток числа силовых линий, выходящих из единицы объема над числом входящих. Таким образом, $E_2 = 4\pi \triangle$ — это дополнительное число силовых линий поля на единицу объема, обусловленное наличием заряда плотности $\triangle$. Приложим к дополнительному полю E_2 основное уравнение:

$$\frac{\partial E_2}{\partial t} = \frac{1}{2} E_2\, V = 2\pi \triangle \,.\, V = 2\pi J; \quad \triangle \,.\, V = J.$$

Здесь мы вместо скорости c берем скорость движения зарядов V; произведение этой скорости на плотность $\triangle$ называется плотностью тока J (в электростатич. единицах). Вставив полученное значение $\frac{\partial E_2}{\partial t}$ в первое ур-ие Максвелла-Гертца, получим:

$$\frac{1}{c} \cdot \frac{\partial E_2}{\partial t} = \frac{2\pi J}{c} = K\, curl\, H_2.$$

Коэффициент K введен в виду особой единицы, принятой для измерения движущихся зарядов $\left(\frac{\partial E_2}{\partial t}\right)$, т.-е. силы тока.

Эта единица силы тока определяется на основании ур-ия:

$$KH = \frac{J\,(\text{элм})}{r} = \frac{J\,(\text{элс})}{cr},$$

где r—поперечное расстояние некоторой точки магнитного поля H от длинного (бесконечного) проводника. За единицу (электромагн.) силы тока принимается сила такого тока, который при

$r=1$ дает $K=\frac{1}{2}$, т.-е. соответствует двум электромагнитным единицам магнитного поля. Подставив в полученное ур-ие $K=\frac{1}{2}$, будем иметь:

$$\frac{4\pi J}{c}=curl\,H_2.$$

Сложив это ур-ие с первым ур-ием Максвелла — Гертца, получим:

$$\frac{1}{c}\frac{\partial E}{\partial t}+\frac{4\pi J}{c}=curl\,H_1+curl\,H_2=curl\,H$$

$$\boxed{\frac{1}{c}\frac{\partial E}{\partial t}+\frac{4\pi J}{c}=curl\,H}$$

Все предыдущие рассуждения и выводы приложимы, если вместо свободного эфира рассматривать диэлектрик с диэлектрическим и магнитным коэффициентами ε и μ.

Необходимо только исходить из равенств:

$$P_{cp}=\frac{\rho v^2}{8\pi}=8\pi\rho\,w^2=\frac{\varepsilon E^2}{8\pi}=\frac{\mu H^2}{8\pi};\quad \sqrt{\varepsilon}\,E=\sqrt{\mu}\,H.$$

Производя вычисления, как и раньше, получим:

$$\boxed{\begin{aligned}\frac{\sqrt{\varepsilon}}{V}\frac{\partial E}{\partial t}&=\sqrt{\mu}\,curl\,H\\ \frac{\sqrt{\mu}}{V}\frac{\partial H}{\partial t}&=-\sqrt{\varepsilon}\,curl\,E\end{aligned}}$$

Здесь вместо скорости c поставлена скорость V распространения света в диэлектрике. Полученные ур-ия можно написать так:

$$\frac{\varepsilon}{V\sqrt{\varepsilon\mu}}\frac{\partial E}{\partial t}=curl\,H$$

$$\frac{\mu}{V\sqrt{\varepsilon\mu}}\frac{\partial H}{\partial t}=-\,curl\,E.$$

Если считать, что

$$V\sqrt{\varepsilon\mu} = C \text{ (скорости света)}$$

или

$$V = \frac{C}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$$ и $$\frac{C}{V} = \sqrt{\varepsilon\mu} = n$$ — показателю преломления среды

получим ур-ия Максвелла—Гертца для диэлектриков:

$$\frac{\varepsilon}{c}\,\frac{\partial E}{\partial t} = curl\,H$$

$$\frac{\mu}{c}\,\frac{\partial H}{\partial t} = -\,curl\,E$$

В обычных изменениях исходят из этих ур-ий и получают $V\sqrt{\varepsilon\mu} = c$; у нас же это равенство является предварительной гипотезой, которая приводит к обычным ур-иям Максвелла-Гертца. Опыт, как известно, не всегда потверждает соотношение $V\sqrt{\varepsilon\mu} = C$.

Основная особенность защищаемой нами точки зрения заключается, как мы уже это указали, в том, что E и H являются различными характеристиками одного и того же вихря по крайней мере для случая электромагнитного движения в свободном эфире. Вот почему плотность энергии в электромагнитном вихре будет $\frac{E^2}{8\pi}$ или же $\frac{H^2}{8\pi}$.

Но в обычной теории считают плотность энергии электромагнитной волны равной $\frac{E^2}{8\pi} + \frac{H^2}{8\pi} = \frac{E^2}{4\pi}$ или $\frac{H^2}{4\pi}$, так как ур-ия Максвелла—Гертца дают $E = H$.

Тот же результат получается из нашей теории при предположении, что на единицу объема энергия вращательного движения равна энергии поступательного, т.-е. **при допущении для электромагнитного движения известного в статистической механике закона равномерного распределения энергии по степеням свободы.**

В самом деле, $\frac{E^2}{8\pi}$ или $\frac{H^2}{8\pi}$ — это в нашей теории энергия вращательного (вихревого) движения на единицу объема, энергия, которая перемещается с поступательной скоростью c. Следовательно, если плотность эфира ρ, то сверх энергии вращательного движения мы имеем на единицу объема еще энергию поступательного движения $\frac{1}{2}\rho c^2$, так что полная плотность в «волне» будет:

$$P_{\text{в}} = \frac{E^2}{4\pi}\left(\text{или } \frac{H^2}{8\pi}\right) + \frac{1}{2}\rho c^2.$$

Приняв закон равномерного распределения энергии, получим:

$$\frac{E^2}{8\pi} = \frac{H^2}{8\pi} = \frac{1}{2}\rho c^2,$$

так что

$$\boxed{P_{\text{в}} = \frac{E^2}{4\pi} = \frac{H^2}{4\pi} = \rho c^2}$$

Энергию поступательного движения $\frac{1}{2}\rho c^2 = \frac{H^2}{8\pi}$ можно считать энергией «обычного» магнитного поля, энергию же вихря $\frac{E^2}{8\pi}\left(= \frac{H^2}{4\pi}\right)$ — энергией «электрического», хотя в действительности оно и электромагнитно-статическое.

Полученное соотношение замечательно тем, что оно дает рациональное объяснение известной формуле: $P = \rho c^2$ (mc^2), подтверждаемое опытами с давлением света.

Удвоение массы (m вместо $^1/_2m$) для энергии света обусловлено, как мы видим, тем обстоятельством, что световая масса, кроме поступательного движения, имеет еще вращательное, причем энергии этих двух движений равны между собою.

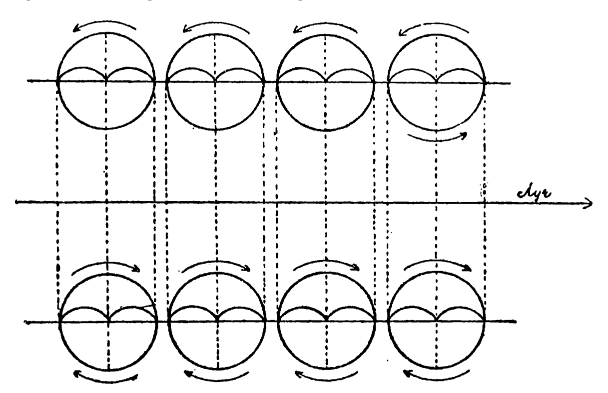
5.

Одно из решений максвелловских ур-ий, найденное Гертцем, соответствует вихревым электромагнитным кольцам, имеющим скорость в собственных плоскостях и распространяющихся,

рассеиваясь от центра излучения. Дж. Дж. Томсон нашел другую возможную форму электромагнитных колец—таких, именно, которые движутся перпендикулярно к собственной плоскости, сохраняя свои размеры. Кастерин и Уайттекер (Е. Т.) показали, что такого рода кольца также удовлетворяют ур-иям Максвелла—Гертца. Томсон и Уайтеккеры (Е. Т. и J. М.) разобрали в общих чертах вопрос об интерференции, поляризации, отражении и преломлении квантовых колец. Мы на этом останавливаться не будем, так как вопрос требует еще детальной разработки. Отметим лишь две особенности квантовых колец.

Первая касается найденного нами распределения энергии в поперечном сечении колец.

Если вообразить себе ряд колец, непрерывно следующих друг за другом, получится следующая картина:



в каждой точке эфира, через которую проходят кольца, пульсирует синусоидальное распределение энергии-вихря, как это показано на рисунке. Таким образом, само распространение колец в эфире образует своеобразную синусоидальную энергетическую волну.

Так как вихревой и скоростный векторы, или—иначе—векторы электрического и магнитного поля, пропорциональны квадратному корню из плотности энергии, то передвижение электромагнитного вихревого шнура образует в каждой точке среды периодическую пульсацию:

$$E\,(H) = \pm\, E_m\,(H_m)\,\sqrt{\sin\alpha\,(ct - r)}\,;$$

E (H) удовлетворяют, следовательно, ур-иям Максвелла; Кастерин показал, что этим ур-иям удовлетворяют также E_{cp} (H_{cp})— вихревого кольца.

Таким образом, если электрон вращается в атоме вокруг ядра, то имеет место *внутренняя* электромагнитная волна, распространяющаяся по замкнутым путям вокруг протона; внешнее же излучение равно нулю. Мы видим отсюда, что модель атома Бора вполне удовлетворяет уравнениям Максвелла—Гертца.

Точно так же если электрон движется в проводе с постоянной скоростью (постоянный ток), то вихревая волна сосредоточена внутри провода, во внешнем же поле в общем имеет место безвихревое движение (обычное магнитное поле). Но если скорость электрона переменна, то электромагнитные вихревые шнуры отделяются от цепи и уносятся в окружающий эфир. [1] В этом случае электромагнитная волна распространяется наружу. Разумеется, в случае вибратора Гертца электромагнитная волна более сложной структуры (двоякопериодическая), нежели в случае кольца Томсона или внутренней волны в атоме. Мы на этом останавливаться не будем, так как вопрос этот не имеет принципиального значения для нашей темы.

Необходимо вообще помнить основное положение диалектики о конкретности истины: действительность бесконечно богаче, нежели самые сложные теоретические схемы, которые являются лишь скелетами реальных процессов.

Вторая особенность, о которой мы упомянули, касается отражения света по перпендикулярному направлению. Если, как это делают некоторые, утверждать, что кванты—это просто материальные частицы, то невозможно объяснить отражение по отвесному направлению. В самом деле, отраженные частицы должны сталкиваться с падающими. На этом именно основании философ Шопенгауэр высмеивал теорию корпускулярного отражения, утверждая, что эта теория ведет к невозможности увидать собственную физиономию в зеркале. Но если кванты— это вихревые кольца, явление отвесного отражения объясняется очень просто. Для этого необходимо лишь вспомнить об «игре»

[1] Чтобы явление имело место во всей отчетливости, необходимы особые условия: значительная емкость, самоиндукция, открытая цепь, ток большой частоты и пр.

вихревых колец (см. Аппель, т. III, § 774). Квантовые вихревые кольца могут проходить друг сквозь друга; при встречном, например, движении одно из колец расширяется и пропускает другое, которое сжимается.

Этим свойством вихревых колец легко объясняется явление отвесного отражения. Мы считаем такого рода объяснение важным аргументом в пользу вихревой структуры электромагнитных силовых трубок и вообще вихревой природы электромагнетизма и света.

6.

Дж. Дж. Томсон показал, что при известных простых предположениях выражение энергии квантового кольца совпадает с выражением закона Планка ($E = h\nu$). Уайттекер и Кастерин доказали, что значение электрического и магнитного полей (E_{cp} и H_{cp}) кольца удовлетворяют ур-иям Максвелла. Но эти исследования не дали обоснования непосредственного физического смысла Планковской константы, а такое обоснование имеет решающее значение для всякой физической теории квант. Мы попытаемся дать такого рода обоснование при помощи вышеразвитой вихревой теории электромагнетизма и в связи с теорией водородного атома Бора—Зоммерфельда.

Исходным пунктом нашего обоснования будут следующие теоремы:

1. Теоремы Гельмгольца о вихрях.

Они гласят: a) вихревые нити всегда состоят из одних и тех же частиц; b) сила (циркуляция) вихревой нити во все времена и во всех сечениях постоянна; c) вихревые нити должны или замыкаться в себе, или оканчиваться на границах инородных сред.

Эти теоремы выражают закон сохранения или «вечности» вихревых систем в «идеальных жидкостях». С диалектической точки зрения это сохранение или «вечность» необходимо толковать в относительном смысле подобно сохранению или вечности атомов, протонов и электронов, т.-е. как выражение известной устойчивости. Атомы, электроны и протоны бесспорно возникают при известных условиях, но эти материальные системы характеризуются большой относительной устойчивостью.

Той же устойчивостью обладают, согласно законам Гельмгольца, вихревые нити, которые являются как бы атомами вращательного движения.

С диалектической точки зрения вечны только материя и движение, а не отдельные конкретные формы материи и движения.

Относительно постоянную силу (циркуляцию) электромагнитных вихревых нитей мы обозначим через h. Циркуляция (сила) вихрей действительно имеет те же физические размеры (c^2/s), что и постоянная Планка. Мы покажем, что это совпадение не случайно, и что имеются серьезные основания предполагать тождество физического смысла планковской константы с циркуляцией скорости элементарных вихревых трубок.

2. Теорема Стокса, которая гласит:

В односвязном пространстве циркуляция скорости по какому-либо контуру равна потоку вихрей сквозь этот контур.

Математически:

$$J \text{ (циркуляция)} = \int (v.\, dl) = \int (curl v \,.\, dS) = \int (2w.\, dS) =$$
$$= \int (4\pi w \,.\, dS);$$

Скалярные произведения

$$(curl v \,.\, dS) = (2w \,.\, dS) = (4\pi w \,.\, dS) \text{ —}$$

это элементарные циркуляции по контурам площадок dS вокруг отдельных вихревых нитей, пронизывающих контур. Принимая относительно-атомистическую природу электромагнитных вихревых нитей, т.-е. их относительную тождественность и прерывность, мы должны интегралы заменить суммами, так что

$$J \text{ (циркуляция)} = \Sigma h = nh,$$

где h — циркуляция элементарной вихревой нити, n — целое число этих нитей, пронизывающих поперечное сечение вихревого шнура.

3. Теорема Бора о соотношении между кинетической и потенциальной энергиями.

Теорема гласит: «В каждой системе, состоящей из неподвижных ядер и из электронов, обращающихся по круговым

орбитам со скоростями, малыми по сравнению со скоростью света (C), кинетическая энергия равна, если отвлечься от знака, половине потенциальной энергии». [1]

Зоммерфельд («Строение атома») указывает, «что этот закон обладает гораздо большей общностью: он остается справедливым не только для круговых орбит, но и для движений любого вида. В последнем случае (при переменной кинетической и потенциальной энергиях) нужно только заменить в формулировке закона слова «кинетическая и потенциальная энергия» словами «средняя (по времени) кинетическая и потенциальная энергия». Закон этот остается за небольшим изменением справедливым и тогда, когда вместо силы, действующей по закону Кулона, будет действовать любая центральная сила».

В случае круговых орбит, при данном радиусе r орбиты потенциальная энергия равна

$$P = \frac{-e_1 e_2}{r}, \text{ где } e_1 \text{ и } e_2 \text{ — заряды.}$$

Следовательно, по теореме Бора кинетическая энергия равна

$$K = \frac{1}{2} \frac{e_1 e_2}{r},$$

а полная

$$H = -\frac{e_1 e_2}{r} + \frac{1}{2} \frac{e_1 e_2}{r} = -\frac{1}{2} \frac{e_1 e_2}{r}.$$

Для эллиптических орбит средняя (по времени) потенциальная энергия будет

$$\overline{P} = -e_1 e_2 \overline{\frac{1}{r}} = \frac{-e_1 e_2}{a},$$

где $\overline{\frac{1}{r}}$ —среднее значение обратности радиуса вектора, которое, как известно, равно обратности большой полуоси эллипса a ($= 1/a$).

[1] Здесь, как и в дальнейшем, под потенциальной энергией разумеется значение уровня энергии (потенциала); так как при вычислениях мы имеем дело с разностями энергий, то константу энергии можно положить равной нулю.

4. Закон Кулона-Пуассона. Мы даем этот закон в формулировке Максвелла: [1] «Кулон экспериментально установил, что напряжение электрической силы около данной точки проводника нормально поверхности и пропорционально поверхностной плотности в данной точке. Количественное соотношение

$$R = 4\pi\varsigma$$

установлено Пауссоном.

Сила, действующая на элемент dS наэлектризованной поверхности, равна согласно § 79 (ибо напряженность равна нулю на внутренней стороне поверхности):

$$\frac{1}{2} R\varsigma\, dS = 2\pi\varsigma^2\, dS = \frac{1}{8\pi} R^2\, dS.$$

Сила эта направлена наружу от проводника безразлично, положителен ли заряд или отрицателен. Ее численное значение в динах на кв. см. равно:

$$\frac{1}{2} R\varsigma = 2\pi\varsigma^2 = \frac{1}{8\pi} R^2.$$

Она действует подобно давлению, приложенному к поверхности проводника и направленному наружу».

Рассмотрим теперь систему водородного атома, т.-е. систему из протона и электрона. Электрон находится на расстоянии r от протона. Согласно закону Кулона, сила, действующая на электрон, будет:

$$F = \frac{-e^2}{r^2}.$$

Предположим, что силовые линии (вихревые нити) электрического поля, идущие от протона и центрально оканчивающиеся на поверхности электрона, равномерно распределены по некоторой нормальной поверхности S; подчеркнутое слово центрально означает, что здесь мы имеем в виду не общее число силовых линий, примыкающих к электрону (или протону) и связываемых обычно с понятием заряда, который мы полагаем

[1] См. «Электричество и магнетизм», § 79: «Сила, действующая на электризованную поверхность», и § 80: «Наэлектризованная поверхность проводника».

неизменным, а лишь те силовые линии, которые играют определяющую роль в стационарном равновесии системы; можно себе представить, напр., что протон и электрон расположены на концах диаметра круга, при чем часть силовых линий идет по окружности и взаимно уравновешивается, другая часть—по диаметру и уравновешивается центробежной силой вращения; вот эту именно последнюю часть силовых линий мы и вводим в наше вычисление.

Пусть средняя сила поля (а эта средняя величина и фигурирует в электромагнитной теории Максвелла, как было показано выше) будет E_{cp}.

Тогда, согласно закону Кулона—Пуассона, сила, действующая на элемент поверхности dS, будет:

$$df = \frac{1}{8\pi} E^2{}_{cp}\, dS,$$

а на всю поверхность S:

$$F = \int df = \frac{1}{8\pi} E^2{}_{cp} \int dS = \frac{E^2{}_{cp}\, S}{8\pi}$$

Но $E^2{}_{cp} = 64\pi^2 w^2$ (полагая плотность $\rho = 1$), так что

$$F = 8\pi w^2 S = \frac{1}{2\pi S} (4\pi w S)^2 = k\, J^2,$$

где $k = \frac{1}{2} \pi S$, а $4\pi w S = J =$ циркуляции по контуру поверхности S.

Принимая во внимание направление действия силы и приравняв полученное выражение силы F обычному кулоновскому, мы получим:

$$F = -k\, J^2 = \frac{-e^2}{r^2},$$

откуда

$$P \text{ (потенциальная энергия)} = -kr\, J^2 = \frac{-e^2}{r}.$$

Согласно закону Бора, полная энергия H будет:

$$\boxed{H = -\frac{1}{2}\frac{e^2}{r} = -\frac{1}{2} kr\, J^2}$$

Полученное нами выражение энергии явно зависит от квадрата циркуляции J, которая имеет размер так наз. переменной действия (Wirkungsvariable) теории Гамильтон—Якоби. Рассматривая J как переменную действия, мы, согласно теории Гамильтона—Якоби, [1] получим для частоты или числа оборотов электрона вокруг ядра значение:

$$\nu^0 = \frac{dH}{dJ} = -krJ,$$

так что

$$\boxed{H = \frac{1}{2}\nu^0 J = \frac{n}{2} h\nu^0}$$

так как $J = nh$. Это и есть наиболее общее выражение закона Планка. Число n может быть как четным, так и нечетным.

Если предположить симметрию в расположении вихревых нитей, по поверхности электрона с вихревой нитью в центре симметрии, n будет нечетным: $n = 2m + 1$. Тогда

$$H = \left(m + \frac{1}{2}\right) h\nu^0;$$

$\frac{1}{2} h\nu^0$ — не что иное как «Nullpunktsenergie» Планка и по своему физическому смыслу является энергией, соответствующей нити образующей ось симметрии.

Чтобы перейти теперь от закона Планка к закону Бора, достаточно в выражении частоты заменить дифференциальное отношение разностным:

$$\nu_q^0 = \frac{\Delta H}{\Delta J} = \frac{H_2 - H_1}{n_2 h - n_1 h} = \frac{H_2 - H_1}{(n_2 - n_1) h};$$

$$\Delta J = J_2 - J_1 = n_2 h - n_1 h;$$

отсюда

$$\boxed{\nu_q = (n_2 - n_1)\,\nu_q^0 = \tau\,\nu_q^0 = \frac{H_2 - H_1}{h}}$$

Это и есть закон Бора.

Если $\tau = n_2 - n_1 = 1$, то $\nu_q^0 = \frac{H_2 - H_1}{h}$

[1] См. Born. Vorlesungen über Atommechanik.

в пределе соответствует (принцип соответствия) классической основной частоте ν^0_k, если же $\tau = n_2 - n_1 \neq 1$, то боровская частота $\nu_q = \tau\nu^0_q$ в пределе соответствует классической τ-ой гармонической.

$$H_2 - H_1 = \frac{1}{2}\, n_2\nu_2{}^0 h - \frac{1}{2}\, n_1\nu_1{}^0 h = \frac{n_2\nu_2{}^0 - n_1\nu_1{}^0}{2} h = \nu_q\, h,$$

то закон Бора устанавливает следующее соотношение между квантовой частотой ν_q, квантовыми числами n_2 и n_1 и числами оборотов электрона $\nu_2{}^0$ и $\nu_1{}^0$:

$$\nu_q = \frac{n_2\nu_2{}^0 - n_1\nu_1{}^0}{2}$$

С точки зрения вихревой теории, эта формула означает, что боровская частота не имеет буквального физического смысла, а является лишь энергическим коэффициентом. В самом деле, квантовые числа n_2 и n_1 означают числа вихревых нитей; полная энергия, соответствующая этим нитям, будет $\frac{1}{2}\, n_2 h\nu_2{}^0$ и $\frac{1}{2}\, n_1 h\nu_1{}^0$; при перескоке электрона с одной орбиты на другую получается вихревое электромагнитное кольцо, энергия которого равна

$$H_2 - H_1 = {}^1/_2\ (n_2\nu_2{}^0 - n_1\nu_1{}^0)\ h = \nu_q h;$$

ν_q, стало быть,—это энергический коэффициент пропорциональности, характеризующий кольцо. Этот коэффициент связан с числами оборотов на стационарных орбитах указанным соотношением.

Вычислим теперь значения радиуса r и угловой скорости $\omega\ (= 2\pi\nu^0)$ для стационарных круговых орбит в зависимости от квантового числа n.

Для этой цели примем во внимание условие равновесия при движении по круговой орбите, именно, равенство центробежной силы кулоновской внешней силе:

$$\frac{mv^2}{r} = mr\omega^2 = \frac{e^2}{r^2} \quad \ldots\ldots\ldots (1).$$

Это ур-ие совместно с ур-иями:

$$(H) = \frac{1}{2} krJ^2 = \frac{1}{2} \quad \frac{e^2}{r} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

$$\nu_o = \frac{\omega}{2\pi} = krJ \qquad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

дает решение задачи.

Из системы трех ур-ий (1), (2), (3) с тремя неизвестными r, ω и k получаем:

$$r = \frac{J^2}{4\pi^2 me^2} = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 me^2};$$

$$\omega = \frac{8\pi^3 me^4}{J^3} = \frac{8\pi^3 me^4}{n^3h^3};$$

$$k = \frac{1}{2\pi S} = \frac{16\pi^4 m^2 e^6}{J^6} = \frac{16\pi_4 m^2 e^6}{n^6 h^6}$$

Энергия H равна:

$$H = \frac{1}{2} krJ^2 = -\frac{2\pi^2 me^4}{h^3} - \frac{h}{n^2} = - \frac{Rh}{n^2}$$

а частот νq:

$$\nu_2 = \frac{H_2 \text{-} H_1}{h} = R \left(\frac{1}{n_1{}^2} - \frac{1}{n_2{}^2}\right) .$$

где $R = \dfrac{2\pi^2 me^4}{h^3}$ — постоянная Ридберга—Ритца.

Если заряд ядра кратный от e, — $e_1 = Ze$, тогда вместо e^4 мы имеем $e_1{}^2 e^2$; заменяя $Ze_1{}^2$ через ${}^2e^2$, получим:

$$\nu_q = RZ^2 \left(\frac{1}{n_1{}^2} - \frac{1}{n_2{}^2}\right).$$

Полученное выражение для r и k показывает, что число определяющих равновесие центральных вихревых линий, а также занимаемая ими площадь ($k = {}^1/_2\pi S$) возрастают с возрастанием квантового числа. Вычислим радиус r_m орбиты и число силовых линий при предположении, что эти линии пронизывают половину шаровой поверхности электрона.

Имеем:

$$k = \frac{1}{2\pi S} = \frac{16\pi^4 m^2 e^6}{n^6 h^6}$$

откуда

$$S = \frac{n^6 h^6}{32\pi^5 m^2 e^6}$$

При $n = 1$ мы получаем поперечное сечение и, следовательно, радиус вихревой нити. Приравниваем выражение для S величине половины поверхности электрона. Радиус электрона равен, как известно,

$$r = \frac{e^2}{mc^2},$$

так что половина поверхности электрона равна

$$2\pi \frac{e^4}{m^2 c^4};$$

имеем:

$$\frac{n^6 h^6}{32\pi^5 m^2 e^6} = \frac{2\pi e^4}{m^2 c^4},$$

откуда

$$n = 2\pi \sqrt[3]{\frac{c^2}{e^2}} \frac{e}{h}$$

Число n пропорционально, таким образом, $\frac{e}{h}$; n приблизительно равно 29200.

Подставив в выражение для r величину n^2, получим:

$$r_m = \frac{e}{cm} \sqrt[3]{\frac{e}{c}} = \frac{e}{m} \sqrt[3]{e},$$

если e выражать не в электростатических единицах, а в электромагнитных.

r_m приблизительно равно 2,7 см.

Таким образом, для ближайшей к ядру стационарной орбиты число n, определяющее равновесие вихрёвых нитей, центрально соединяющих ядро с электроном, равно 1 ($n = 1$). С увеличением радиуса орбиты n возрастает, при чем теоретически (т.-е. при

предположении действительного существования соответствующей орбиты) достигает максимума для определенного r_m.

При дальнейшем возрастании r число n должно уменьшаться. Это видно из основного соотношения

$$-kJ^2 = -\frac{1}{2\pi S}J^2 = -\frac{n^2h^2}{2\pi S} = -\frac{e^2}{r}.$$

Так как предел поверхности S достигнут (мы полагаем эту поверхность равной половине поверхности электрона), то в приведенной формуле необходимо S рассматривать как константу. При увеличении r правая часть равенства уменьшается по абсолютной величине, следовательно, должна уменьшаться по абсолютной величине и левая часть, т.-е. число n.

Вычислим, при каком r число n снова достигает минимума $n = 1$.

Имеем, полагая $n = 1$, $S = \frac{2\pi e^4}{m^2c^4}$,

$r = \sqrt{\frac{2\pi Se^2}{h^2}} = \frac{2\pi e^3}{mhc^2} =$ приб. 1,3 клм., — величина, разумеется, чисто теоретическая.

Полученный результат соответствует экспериментальной картине обычных спектров электрических силовых линий; спектры эти показывают, что по мере увеличения расстояния между заряженными телами число силовых линий, центрально связывающих тела, уменьшается. Мы видим, таким образом, что законы микрокосма отличны от законов макрокосма.

Подчеркнем в заключение еще раз, что выведенные нами численные значения n имеют относительное значение. Это видно из наших исходных формул:

$$-kJ^2 = -\frac{e^2}{r^2},$$

$$-krJ^2 = -\frac{e^2}{r}.$$

В правой части первой формулы фигурирует понятие силы — понятие относительное, означающее итог многообразных

движений в среде. Точно так же величина $-krJ^2 = \frac{-e^2}{r}$, которую мы принимаем за значение потенциальной энергии, на самом деле является значением уровня энергии (потенциала). Если потенциал ядра равен константе C, то потенциальная энергия на уровне r будет $C - \frac{e^2}{r}$; но так как при вычислениях мы имеем дело с разностями энергий, то мы можем константу C приравнять нулю. Такое положение вещей мы имеем во всех задачах о равновесии. Здесь в первую очередь важны отношения факторов равновесия, а не их абсолютные величины. Так, с абстрактной точки зрения, равновесие рычага определяется отношением величин грузов; в физическом же рычаге имеют, конечно, значение абсолютные величины грузов.

Квантовые числа n, являются, таким образом, определяющими равновесие системы относительными величинами.

Разумеется, абсолютное значение числа вихревых нитей имеет значение в действительном физическом процессе, теорию которого еще предстоит разработать. Но даже в нашей абстрактной схеме уже фигурируют абсолютные величины, как, например, значение r радиуса электрона—значение, полученное на основании формулы абсолютного значения энергии массы электрона ($E = mc^2$).

Числа n являются также относительными и в более глубоком смысле. Как мы подчеркнули выше, значение планковской константы h (и связанное с ним понятие «элементарной» вихревой нити), будучи абсолютным, является вместе с тем и относительным. «Элементарная» вихревая нить, подобно атому и электрону, бесспорно не является «истиной в конечной инстанции», последним метафизическим элементом мира.

Перейдем теперь к определению эллиптических орбит Зоммерфельда. Имеем, как и раньше, для расстояния между протоном и электроном, равного a — большой полуоси эллипса:

$$-kJ^2 = -\frac{e^2}{a^2}$$

или

$$-kaJ^2 = -\frac{e^2}{a}$$

Но — $\frac{e^2}{a}$ есть среднее значение потенциальной энергии; согласно теореме Бора—Зоммерфельда, среднее значение кинетической энергии равно половине этой величины, так что совокупная средняя энергия будет

$$H = -\frac{1}{2}kaJ^2 = -\frac{1}{2}\,\frac{e^2}{a}\,.$$

Мы видим таким образом, что, если оперировать со средними значениями энергий, радиус r орбиты Бора заменяется большой полуосью эллипса.

Отсюда:

$$a = \frac{J_1{}^2}{4\pi^2me^2} = \frac{n^2h^2}{4\pi^2me^2};$$

$$\omega = \frac{8\pi^3me^4}{J_1{}^3} = \frac{8\pi^3me^4}{n^3h^3};$$

$$H = -\frac{2\pi^2me^4}{J_1{}^2} = -\frac{2\pi^2me^4}{h^3} - \frac{h}{n^2} = -\frac{Rh}{n^2}.$$

Квантовое число n называют главным квантовым числом; мы его можем называть средним квантовым числом, так как оно соответствует средним значениям энергии.

Для полного определения орбиты необходимо дополнительное квантовое число, которое очень просто получается из следующего соображения.

Если в ур-ии эллипса

$$r = \frac{p}{1 + \varepsilon\ \cos\varphi}$$

эксцентрицитет ε стремится к нулю, то параметр p стремится к r.

С физической точки зрения это значит, что параметр p должен удовлетворять тем же квантовым условиям, что и радиус орбиты Бора. Так как $p \neq a$, то, вводя второе квантовое число k, имеем:

$$p = \frac{J_2{}^2}{4\pi me^2} = \frac{k^2h^2}{4\pi^2me^2}.$$

Так как

$$p = a(1 - \varepsilon^2)$$

и

$$(\text{малая полуось}) = a\sqrt{1 - \varepsilon^2},$$

$$\text{то } \varepsilon^2 = 1 - \frac{J_2^2}{J_1^2} = \frac{n^2 - k^2}{n^2},$$

$$\text{и } b = \frac{J_1 J_2}{4\pi^2 m e^2} = \frac{nkh^2}{4\pi^2 m e^2}.$$

Число k называют дополнительным или азимутальным квантовым числом; мы его можем назвать параметрическим квантовым числом, так как оно соответствует параметру эллиптического движения. Нетрудно показать, что среднее квантовое число соответствует полной скорости движения по орбите, а параметрическое—нормально слагающей, так что

$$n = k + n',$$

где n' называется обычно радиальным квантовым числом, соответствующим радиальной слагающей движения.

З. Цейтлин

Бюхнер и Молешотт о соотношении физического и психического

В своей работе «Закон движения Энгельса», обсуждая психофизическую проблему, мы, между прочим, утверждаем, что Бюхнер и Молешотт придерживались того взгляда, что «мышление» — это некая желчь, порождаемая мозговой железой» (стр. 42). Это наше утверждение является явно ошибочным и сделано просто по инерции, так как старым материалистам обычно приписывают такого рода воззрение. На самом деле вышеприведенный взгляд на соотношение мысли и мозга принадлежит Кабанису (1758 — 1808), который формулирует его в сочинении «Rapports du physique et du moral de l' homme» (1802).

Аналогичную, но более тонкую формулировку дает Карл Фогт в своих «Физиологических письмах». «Я полагаю,—пишет Фогт, — что каждый естествоиспытатель при сколько-нибудь последовательном размышлении придет к тому убеждению, что все способности, известные под названием душевных деятельностей, суть только функции мозга, или, выражаясь несколько грубее, что мысль находится почти в таком же отношении к головному мозгу, как желчь к печени».

Таким образом, сравнение мысли с желчью, выделяемой печенью, является для Фогта лишь грубой аналогией, имеющей целью подчеркнуть функциональное соотношение между мыслью и мозгом.

Что касается Бюхнера и Молешотта, то их действительная точка зрения—в том, что мысль является особой формой движения материи.

Бюхнер говорит, например: «даже при самом беспристрастном рассмотрении мы не в состоянии найти аналогии или действительного сходства между выделением желчи и тем процессом; посредством которого мысль созидается в мозгу. Желчь есть вещество осязаемое, весомое, видимое; сверх того, это отброс, который тело выделяет из себя; мысль же или мышление совсем не есть выделение или отброс, оно есть деятельность или движение веществ, или соединение веществ, определенным образом располагающихся в мозгу. Мышление поэтому должно быть рассматриваемо, как особая форма общего движения природы» (Бюхнер, «Сила и материя»).

Менее ясной концепции придерживался Молешотт, утверждавший, что мысль есть движение, перемещение мозгового вещества или «продукт» движения частиц мозга, Бюхнер же дает спинозовскую формулировку соотношения мышления и протяженности: «мысль и протяженность,—говорит Бюхнер,—могут быть рассматриваемы, как две стороны одной и той же сущности».

Наш Сборник № 2

На заседании Общества воинствующих материалистов

На заседании Общества воинствующих материалистов 10 марта 1927 г. выступил тов. Карев с докладом о нашем 2-м сборнике «Диалектика в природе». Мы считаем необходимым коснуться его доклада и вызванных им прений, ибо Карев позволил себе дать совершенно извращенное изложение содержания нашего сборника—с одной стороны и изложил под видом марксизма такие взгляды, которых никак нельзя считать марксистскими,—с другой. Мы берем только самое существенное.

Карев опять выступает с защитой объективности случайных явлений в природе и обществе. «Мы признаем,—говорит он,—что в природе и истории имеет место случайность... На почве детерминизма мы различаем случайное и неслучайное. На почве детерминизма мы утверждаем это различие между случайным и неслучайным, но не абсолютно противопоставляем случайное детерминизму. Я бы сказал, что мы признаем абсолютный детерминизм, но отрицаем абстрактный детерминизм, исключающий случайность» («Под знам. марксизма», № 4, 1927 г.).

Карев снабжает читателя набором слов, не делая ни малейшей попытки разъяснить, что означает: на почве детерминизма мы различаем случайное и неслучайное, что означает признание абсолютного, но такого детерминизма, который не исключает случайное. Каким образом уживаются абсолютный детерминизм и случайность, об этом глубокомысленный Карев предпочитает молчать и предоставляет читателю разобраться в его оракульских изречениях. Очевидно, Карев не имеет понятия о том, что имеется большое различие между заклинанием и доказательством, ибо иначе он бы не довольствовался простым заявлением, что абсолютный детерминизм

не исключает случайности. Мы, во всяком случае, полагаем, что такое утверждение нуждается в доказательстве.

Но, повидимому, потребность в доказательстве не особенно ощущается Каревым, что видно уже из того, каким образом он относится к другой проблеме, разработанной в том же сборнике тов. Варьяшем. «Она (статья Варьяша),—пишет Карев,— имеет внешне очень ученый вид, но эту ученость должно характеризовать, как невежество, прикрытое интегралами» (там же, стр. 213). Почему эта статья есть невежество, прикрытое интегралами, об этом Карев дальше ни слова не говорит. Это он предоставляет доказать другим его товарищам. Мы спрашиваем его: раз он отказывается от этого доказательства и успокаивается на том, что «в части физической это докажут товарищи физики», то откуда он знает, что эта статья должна характеризоваться как невежество, прикрытое интегралами? Ведь он сам не имеет ни малейшего представления ни о физике, ни об интегралах, и, таким образом, остается ему только верить тому, что ему говорят другие. При таком условии, скромность, по крайней мере, требовала бы от него сказать честно, что он об этом не может судить, ибо он сам ничего не знает в этом предмете.

Доказательством младенческой несерьезности Карева служит и то, что, даже когда он говорит о статьях других товарищей, по большей части он опять говорит о тов. Варьяше, в то время когда в статье Варьяша нет и речи о затронутых другими товарищами вопросах. Он придирается к следующему утверждению статьи трех товарищей «Два уклона в марксистской философии». [1]

«Отношение между двумя субстанциями,—пишут эти товарищи,—существует объективно, но само оно не есть субстанция» (там же, стр. 218). По поводу этого утверждения Карев так восклицает: «Это безграмотно и... поучительно, как образец того, до чего может довести путаница в стиле Варьяша. Безграмотно, так как марксист не может говорить об отношениях между предметами, как об отношениях между субстанциями, потому что марксист

[1] Статья т.т. Перельман, Рубановского и Великанова, «Диалектика в природе». Сборник II, стр. 265--301.

признает только одну субстанцию—материю» (стр. 218). По Кареву, марксизм стоит как-будто на той точке зрения, что субстанция—материя не состоит из частей или, говоря на языке естествознания, что атомы и электроны суть фикции естествоиспытателей. Как известно, так говорили всегда махисты, и Карев целиком стоит на их позиции. Отрицание атомистической структуры материи, по Кареву, является марксизмом! Недаром Карев и его единомышленники постоянно твердят о том, что естествознание надо переработать, чтобы оно стало диалектическим. Это означает, что естествознание в теперешнем его виде неверно. Его приходится обработать Кареву, чтобы оно стало верным и диалектичным. Повидимому, останется тайной Карева, каким образом это еще не обработанное им естествознание, являющееся, с его точки зрения, недиалектическим, могло дать и дает ежедневно все новые и новые ценнейшие результаты в области теории и техники, которыми постоянно пользуется человечество. Повидимому, все это только обман или иллюзия человечества. Дело в том, что Кареву нужна не та диалектика, которая находится в самой природе и отражается естествознанием, а надуманные априорные схемы, которые вопреки Энгельсу он хочет навязать природе вместо того, чтобы отыскать их в ней. В этом и заключается основной грех всего деборинского «направления», поборником которого является Карев. По Кареву, утверждение, что отношение между частями материи существует объективно, «характерно для идеалистического релятивизма, а не для марксизма». Очевидно, что Карев путает. Энгельс говорил о том, что единство мира заключается в его материальности. Это означает, что мир состоит из отдельных материальных вещей, которые не разделены, а связаны и находятся в единстве. Ибо говорить о единстве имеет смысл только в том случае, если имеется множество вещей, являющихся составными элементами единого мирового целого. Карев должен был бы знать определение Энгельса, согласно которому «материя как таковая, в отличие от определенных существующих материй, не является чем-то чувственно существующим» (Энгельс, «Диалектика Природы», стр. 147). По Энгельсу, значит, материя вовсе не есть нечто неделимое, а в действительности существует множество материальных вещей! Карев, будучи спинозистом,

путает взгляд Энгельса со взглядом Спинозы на субстанцию. Качественно-различные материи связаны между собой именно тем, что все они обладают свойством материальности. В том-то и заключается диалектика в природе, что единство вселенной и многообразие ее элементов не только не исключают, а, наоборот, предполагают друг друга, т.-е. что они возможны только в синтезе. Ибо диалектика не говорит: либо единство, либо многообразие. Такая «диалектика», которая признает, что существует одна субстанция—материя, но не признает, что свойство материальности проявляется только в качественном разнообразии материальных вещей,—есть очень дешевая форма диалектики, вернее вовсе не есть диалектика, ибо диалектика без противоположностей невозможна. Во всяком случае ни естествознание, ни диалектика Маркса о таком монизме, который признает только единство и единичность мира, но отрицает многообразие его, ничего не знает.

Карев ссылается на Ленина, указывая, что «левые уклоны представляют по большей части наказание за правые грехи». По Кареву, статья «Два уклона...», повидимому, представляет собой левый уклон. Отвергая решительно эту характеристику Каревым названной статьи, мы все же принуждены сказать, что если Карев и его единомышленники продолжат дальше свои правые уклоны, то несомненно возникнет, хотя и не среди наших сторонников, левый уклон. Вместе с тем оправдается это пророчество Ленина и в области философии. Пока этого левого уклона нет. Однако, все то, что пишет Карев, начиная с своей статьи, где он провозглашет диалектику Гегеля материалистической без всякой оговорки (за что и получил надлежащий отпор на страницах «Правды»), весьма благоприятствует возникновению левого уклона. Уклон в одном направлении вызывает уклон в обратном направлении. Напрасно, однако, Карев рисует наше направление, как левый уклон. Наше направление есть диалектический материализм, применение которого в области естествознания мы, по мере наших сил, осуществляем. Наши противники ухитряются изображать дело так, будто мы отрицаем, что диалектика есть философия марксизма, и как таковая она является подлинной наукой. Мы прямо и ясно говорили и говорим, что мы считаем детской игрой «диалектику»

Карева, Деборина и т. д. Они трубят на все стороны, что мы не принимаем диалектики. Они присвоили себе название диалектиков, а нам дали название механистов. В действительности же мы не принимаем только их «диалектики», ибо вовсе не считаем ее диалектикой, а схоластической путаницей. Другое дело—диалектика Маркса. Ее мы принимаем, и учимся ей и у Гегеля, но не у Карева и Деборина, которые запутали эту диалектику. Сейчас уже только слепой не видит, что Карев и К°, под прикрытием борьбы против механизма, ведут борьбу против материализма. Извращение нашей точки зрения им нужно для того, чтобы изобразить нас противниками диалектики и тем самым отвести глаза от их перебежки в лагерь гегелевского идеализма под туманным занавесом, будто они ведут борьбу не против диалектиков-материалистов-естественников, а против механистов. Для «добросовестности» т. Карева характерно его «обоснование», почему взгляд тов. Варьяша на конкретность понятия и на субстанцию является релятивизмом, даже «вульгарным релятивизмом». «Идеалистическая точка зрения,—говорит Карев,—есть точка зрения, противопоставляющая субстанцию отношениям, и тогда чрезвычайно легко самые отношения перевести в сознание людей и сделать чем-то идеальным, трансцендентальным, каким хотите. На почве этого антидиалектического, антиматериалистического, вульгарного релятивизма и стоит Варьяш» (там же).

На это мы замечаем только следующее: Карев жонглирует фразами, так как он нигде не доказывает, где у т. Варьяша имеется такое противопоставление. Еще характернее для его легкомыслия его «легкий», «диалектический» скачок, с помощью которого он изображает, что всякий, кто признает категорию отношения, впадает в идеализм. Он говорит: «Тогда чрезвычайно легко самые отношения перевести в сознание людей и сделать чем-то идеальным» и т. д. Легко или трудно, но Карев нигде не доказывает ни того, что т. Варьяш противопоставляет отношения субстанции, ни того, что он перевел отношения в сознание. Пусть Карев укажет, где это кем-нибудь из нас делается. Пока же он этого не указал, мы должны заявить, что его утверждение есть жонглерство фразами и совершенно бессовестная клевета на нас.

Мы не можем разобрать все мудрствования Карева, потому что число их—легион. Укажем только на три вещи: 1) каким

жонглерством он старается отмахнуться от трудной проблемы взаимоотношения качества и количества. В «Диалектике Природы» Энгельс пишет, что мы часто наблюдаем такие изменения качества, в отношении которых нельзя доказать, что они вызваны количественными изменениями. Но тот же Энгельс в другом месте утверждает, что изменение качества и количества всегда взаимно, т.-е. что качественные изменения не происходят без количественных. Как разрешает Карев это «противоречие»? Вот как: «Энгельс говорит, что они (т.-е. качество и количество) взаимны, но абсолютно возражает против того, что изменения качеств исключительно обусловливаются только изменениями количеств» (там же, стр. 215). Надо только сличить то, что сказал Энгельс, с трактовкой Карева, чтобы видеть опять жонглерство его пустыми фразами. У Энгельса нет речи об исключительном обусловливании. Он говорит именно о том, что нельзя доказать, что все изменения качества вызваны количественными изменениями. Это означает, что естествознание еще не доказало, что все качественные изменения вызываются количественными изменениями. И это совершенно верно, ибо естествознание еще очень много проблем не решило. «Решение» же Карева есть опять фокус, пустое заклинание, которое буквально противоречит тому, что говорит Энгельс.

2) Насколько отсутствует мысль у Карева, показывает еще другое место, где он полемизирует с тов. Орловым. Он говорит: «Что материалистическое естествознание ищет наглядных моделей для своих законов,—это совершенно неверно, потому что, как бы вы ни стремились в общественных науках дать модель общества,—это невозможно. Однако, общественная наука вполне возможна, и она—не менее научная наука, если можно так выразиться, чем так называемые «точные» науки естествознания» (там же, стр. 216). Здесь сколько фраз, столько путаницы. Тов. Орлов говорит о том, что материалистическое естествознание нуждается в наглядных моделях, а Карев утверждает, что это «совершенно неверно». А почему неверно? «Потому что,— говорит наш «мудрец»,—как бы мы ни стремились в общественных науках дать модель общества,—это невозможно». Тов. Орлов говорит о естествознании. Выходит, что наглядные

модели естествознания невозможны, по Кареву, потому что они невозможны в общественных науках. Вот тебе логика! Любопытно еще и умонастроение Карева по отношению к естествознанию. Он ставит слово: точные в кавычки, плохо скрывая этим свою нелюбовь к естествознанию. Несчастное естествознание! Карев сердится на него!

3) Нельзя пройти еще и мимо того извращения, которое Карев допускает и по отношению к статье тов. Козо-Полянского. Он ругает его за то, будто тов. Козо-Полянский принимает точку зрения тов. Бермана относительно скачков, несмотря на то, что сам цитирует слово того же Козо-Полянского: «Мы не собираемся здесь подписываться под мнениями названных критиков» (там же). На стр. 256 «Диалектики в природе», Сб. II, тов. Козо-Полянский пишет вот что: «Конечно, эволюция не синоним диалектики». «Например,—пишет тот же автор,—вопреки Берману, для диалектики очень характерно признание, что развитие есть следствие «противоречия». На той же странице тов. Козо-Полянский пишет дальше: «По моему мнению, все эволюционисты являются отчасти диалектиками». Он цитирует Ленина, что «не все способны «доводить материализм естественно-исторический до материалистического взгляда на историю»; «это близорукость или еще что-нибудь худшее»,—добавляет т. Козо-Полянский. Почему Кареву понадобилось изобразить его и всю редакцию как поющих «осанну сокрушившему диалектику и Энгельса Берману» («Под зн. маркс.», № 4, стр. 217.)? Критика Козо-Полянским Бермана превращается в ловких руках Карева в «осанну» ему. Вот выбранный нами последний пример «добросовестности» Карева!

Нам кажется, что каждому непредубежденному читателю ясно, какова природа «критики» Карева. Она—сплошная придирка, недобросовестное желание раскритиковать, во что бы то ни стало, противников, хоть бы и ценою извращений. Каждое его слово горит неугасимой фракционной страстью. Наряду с этим он повторяет и развивает все ошибки, все уклоны от марксизма, которыми так изобилует школа Деборина. Но все это не помешает нам продолжать разработку диалектики в природе, помня любимую цитату Маркса из Данте: «Segui il tuo corso e lascia dir le genti».

Quo vadis, domine?

В последней книге «Вестника Коммунистической Академии» № 20, 1927 г.) появилась статья, мимо которой мы не можем и не должны пройти, не обратив внимания читателей-марксистов на содержание ее.

Она названа «Спиноза и диалектический материализм». Автором является один из приверженцев Деборина под псевдонимом Скурер. Эта статья по содержанию совпадает с докладом, который был читан на заседании Отделения Философии в Комакадемии тов. Дмитриевым. [1]

Деборин и его сторонники придерживаются точки зрения, что субстанция Спинозы означает материю. Подчеркивая материалистическую сущность философии Спинозы, они бранят так называемых механистов за то, что последние, признавая материалистические основы учения Спинозы, считают необходимым указать на непоследовательность этого учения в некоторых важных вопросах теории познания. Казалось бы, что так называемые «диалектики», выдавшие себя ярыми поборниками философии Спинозы, действительно серьезно проповедуют материалистическую сущность спинозизма. К сожалению, статья Скурера в этом нас разубеждает. Его «взгляд» на материализм Спинозы служит только прикрытием к полному превращению Спинозы в идеалиста, при чем на сей раз уже совершенно недвусмысленно. Чтобы не быть голословным, возьмем только пару цитат из статьи Скурера, указывающих какого сорта материализм проповедует Скурер под видом поправок к спинозизму.

---

[1] К слову сказать, против этого доклада выступили в Комакадемии наши товарищи Варьяш и Гейликман. После этого доклад, как доклад, не появился в «Вестнике Комакадемии», и не появились и выступления наших товарищей, а появилась в нем статья «Скурера»

«Подобно Фейербаху,—пишет Скурер,—Спиноза—материалист. Но его субстанции, как объективной реальности, недостает той диалектики, которую дает нам в понимании материи марксизм». А какое понимание материи дает марксизм? По Скуреру вот какое: «С точки зрения последнего (т.-е. марксизма), материя реальна, но как таковая—она есть только понятие. Материя есть абстрактно-конкретное понятие. Она есть совокупность всех отношений и связей, но не существует, как самостоятельное существо. Именно этой, диалектической в своем существе проблемы и не мог решить Спиноза» (стр. 73). По пониманию Скурера, стало быть, материя как таковая есть только понятие, абстрактно-конкретное понятие, совокупность всех отношений и связей, но она не существует, как самостоятельное существо. Оказывается, что совокупность всех отношений и связей может существовать «так себе», без чего-либо, без субстрата, отношением и связью которого она является. А мы, материалисты, до сих пор думали, что материя является основой всех отношений и связей, и что никакие отношения и связи без материальной основы невозможны. Но меньше всего мы думали, что материя «как таковая»—это только понятие. В частности, по глубокомыслию Скурера, «абстрактно-конкретное понятие». Мы в своей душевной простоте полагаем, что материя первична, и что дух и его понятия вторичны. Ведь так определяет Энгельс отношение материи к духу. Так определяет Энгельс сущность материализма, в противовес идеализму, утверждающему, что дух первичен, а материя, природа вторична. По великолепному «открытию» Скурера выходит наоборот. Выходит, что материя и понятие, поскольку это понятие абстрактно-конкретно, совпадают.

На этой цитате читатель может убедиться, куда скатились наши «неоспинозисты». Они сейчас уже, сбросив маску, совершенно открыто переходят в лагерь идеализма. Они переименовали действительный материализм в идеализм и, ничем не стесняясь, открытый и голый идеализм называют материализмом, к тому же еще диалектическим, упрекая «защищаемого» ими Спинозу в том грехе, что он не сделал такого же шага и никогда не помышлял о том, что материя есть понятие.

Хотя мы и указываем на непоследовательность Спинозы в построении своей философии, все же Спиноза был материалистом, а «Скурер», хулящий его за недопущение такого идеалистического чудовища, как «принцип», что материя есть понятие, является ничем не прикрытым идеалистом.

Но читатель, недоумевая, каким образом такой, с позволения сказать, «материализм» может проповедываться со страниц «Вестника Комакадемии», без всякого примечания, без всякого отмежевания со стороны редакции, пожалуй, объяснит это, как случайный промах. Увы, дело гораздо хуже. Тот же самый Скурер на стр. 60-й пишет следующее: «Я прекрасно понимаю, что все эти мысли могут дать повод нашим механистам, и среди них в особенности Л. И. Аксельрод-Ортодокс, обвинять меня в схоластике, в частности, в схоластическом реализме. Ведь именно схоластики, а среди них реалисты, скажут мне, признавали, что универсалии создавали отдельные вещи. Это последнее, конечно, правильно. Но совершенно неправильно отождествлять на этом основании диалектический материализм со схоластикой. Если схоластика решала этот же вопрос со своей точки зрения, а марксизм— со своей, при чем их решения формально могут даже совпадать, то можно ли отсюда заключать о тождестве диалектического материализма и схоластики? Можно, если... отказываться от основ марксизма, что наши механисты и делают. Я готов допустить даже большее—то, что Спиноза был в данном случае, как и в некоторых других, наследником схоластики. Но это ничего другого не показывает, как только то, что у схоластиков были некоторые правильные мысли».

Скурер, таким образом, открыто признает, что обвинение его и его единомышленников в схоластическом реализме правильно и обоснованно, ибо он утверждает, что решения Марксом и средневековым реализмом вопроса о том, что универсалии создают отдельные вещи, формально могут даже совпадать. Что означает формально? В том-то и дело, что решение Маркса́ этого вопроса ни формально, ни неформально с решением реалистов не совпадает, а на самом деле резко отличается от него. Скурер и его единомышленники выдают свою идеалистическую белиберду за подлинный марксизм. В приведенной цитате

верно только то, что их точка зрения совпадает, при чем не формально, а по существу, с точкой зрения средневековых реалистов, о чем свидетельствуют «вещественные доказательства» во время дискуссии в РАНИИОН'е.[1] Там были приведены цитаты из целого ряда средневековых реалистов, определяющих универсалии (род и вид) таким же образом, как определял их тов. Деборин. Но утверждать, что совпадение мысли Деборина с мыслями схоластиков влечет за собой совпадение диалектического материализма со средневековым идеализмом, могут лишь люди с полным отсутствием чувства меры. По Скуреру, тот, кто не признает этой, скажем прямо, клеветы на марксизм, тот «отказывается от основ марксизма». Мы предоставляем читателям-марксистам судить о глубине той ямы, в которой сидят «марксисты» в роде Скурера. То, что марксизм, по мнению Скурера, в таком важнейшем пункте совпадает со схоластическим реализмом, ничуть не смущает этого «марксиста». «Это ничего другого не доказывает,—пишет Скурер,—как только то, что у схоластов были некоторые правильные мысли». Благодарим покорно за откровение, что решение реалистами вопроса об универсалиях представляет собой правильную, с точки зрения марксизма, мысль. Ведь именно эта мысль является основой всего учения средневекового реализма. Кто ее принимает, тот, если последователен, должен принимать все учение реалистов, т.-е. стать чистым идеалистом. Если же кто не принимает все следствия учения об универсалиях, то он впадает в эклектизм самого худшего толка, стремящегося сосватать марксизм со средневековым идеализмом.

Какова природа новоиспеченного брака огня и воды, марксизма и схоластического реализма,—лучше всего выяснится из другого места той же статьи Скурера. «Сущность мы не воспринимаем и не можем воспринимать при помощи органов чувств. Сущность есть категория рациональная, а не эмпирическая... Ведь сущность есть понятие» (стр. 61). После того как Скурер сообщил миру свое великое открытие о том, что материя есть понятие, уже не может удивить нас утверждение, что и сущность есть понятие. Сущность—это схоластиче-

[1] Российская ассоциация научно-исследовательских институтов общественных наук.

ский термин, означающий на языке марксизма закономерность. Так и понимает ее Скурер в своем дальнейшем изложении. Выходит, что все есть понятие: и материя понятие, и закономерность материи—понятие. И это выдается Скурером за марксизм!

Для характеристики умонастроения Скурера мы считаем еще необходимым указать на его цитату из оды «Бог» Державина, словами которого Скурер описывает отношение Спинозы к богу. «Отвлеченных качеств (субстанции),—пишет Скурер,—Спиноза насчитывает слишком много, чтобы не попытаться объединить их в одно—в боге. Ведь именно он был для того времени

... пространством бесконечный,
живый в движеньи вещества,
теченьем времени предвечный,
без лиц в трех лицах божества.
Дух всюду сущий и единый,
кому нет места и причины,
. . . .
кто все собою наполняет,
объемлет, зиждет, сохраняет...

(Державин, ода «Бог»).

Вот каким «аккордом» заканчивается статья Скурера!

Скурер изображает Спинозу, как предшественника Державина, превращает его в восхищенного богоискателя, того же самого Спинозу, который, как известно, был выгнан сначала из еврейской общины, а потом проклят всеми церквами без различия, как «смертельный враг религии и бога, как самый злостный атеист». Вот куда скатился Скурер, как-будто принимающий на себя защиту материализма Спинозы, а на самом деле, под видом спинозизма, рекламирующий и величающий бога «без лиц в трех лицах божества» со всеми его атрибутами, какие только приписываются ему святым писанием.

Пора положить конец этому безобразию, подлинному надругательству над диалектическим материализмом со стороны лиц, ничего общего с марксизмом не имеющих, даже не ревизионистов марксизма, а просто «Скуреров» в марксизме.

Библиография

В. КЕННОН. Физиология эмоций (телесные изменения при боли голоде, страхе и ярости). Перевод с английского В. А. Дорфмана и А. Г. Кратинова под редакцией и с предисловием Б. М. Завадовского. Изд. «Прибой». Ленинград, 1927 г. Стр. 175. Цена 2 руб.

И. П. РАЗЕНКОВ. Условия и механизм вазомоторных свойств крови. Изд. Мосздравотдела. 1927 г. Стр. 88. Цена 1 р. 60 к.

Обе рецензируемые книги содержат обзор экспериментальных работ, посвященных вопросу о физиологической роли гормона надпочечных желез адреналина. Несмотря на специальное—на первый взгляд—значение этих книг, обе они представляют из себя яркое воплощение тех диаметрально-противоположных взглядов, с которыми современные физиологи подходят к разрешению наиболее жгучих проблем эндокринологии.

Эндокринология, наука о гуморальной регуляции функций организма, к настоящему времени разрослась в обширную дисциплину. Она настойчиво захватывает под свое влияние все отрасли физиологии и биологии. Проблемы роста и питания, нормы и патологии, интеллектуальной деятельности и эмоций в их современной трактовке носят на себе значительный отпечаток основных положений эндокринологии. Такой бурный рост этой науки совершенно понятен. Когда было обнаружено, что кровь в своем составе содержит вещества, воздействующие на жизнедеятельность организма, возникла заманчивая идея,—в основном правильная,—обнаружить в крови эти вещества, получившие впоследствии название гормонов, и показать, что они наряду с нервной системой играют одну из основных ролей в регуляции деятельности отдельных органов и организма в целом. Этим были бы лишены всяких оснований «жизненная сила» и «божественное начало» виталистов.

По мере развития и конкретизации этой идеи, она обросла некоторыми методологическими положениями, которые сейчас

привели эндокринологию к кризису. В наиболее общей форме эти положения сводятся к следующему: 1) ряд функций организма регулируется только одним или несколькими гормонами, и 2) эндокринные железы представляют из себя замкнутую систему органов, продукты которых действуют или как синергисты, или как антагонисты.

Диалектический метод мышления, усваиваемый сознательно или стихийно наиболее передовыми представителями естествознания, не может мириться с указанными принципами. Нельзя себе представить, чтобы то или иное отправление организма могло определяться каким-либо одним условием (одним или несколькими гормонами), или чтобы какой-либо орган в нашем теле мог занимать совершенно изолированное, самодовлеющее положение. Открытая или завуалированная защита этих принципов, подвергающихся все более и более серьезному напору фактов, и составляет основной стержень, вокруг которого идет дискуссия. Сознательная переоценка названных принципов дает единственный путь к разрешению назревшего кризиса.

После этих предварительных замечаний перейдем к разбору рецензируемых книг.

В. Кеннон начинает свой анализ с того установленного факта, что при эмоциальных состояниях и сильных болевых раздражениях изменяется деятельность не только нервной системы, но и целого ряда других органов, например: тормозится секреторная деятельность пищеварительных желез, ослабляются движения желудочно-кишечного тракта и т. д. Изменения эти, возникнув в результате возбуждения нервной системы, не прекращаются немедленно вслед за устранением импульса, вызвавшего возбуждение нервной системы, а сохраняются после этого еще на известный срок.

Почему же наблюдается это сохранение,—вот дальнейший естественный вопрос, поставленный Кенноном. Он отвечает на него: в результате длительного возбуждения автономной нервной системы, в особенности ее симпатического отдела. А так как «... надпочечники иннервируются автономными волокнами среднего отдела (симпатическими. Г.), а адреналин воспроизводит нервное раздражение того же отдела, можно ожидать, что возбуждение в пределах симпатических нервов, хотя и вызы-

вается нервным возбуждением, автоматически усиливается и получает большую длительность благодаря химическому действию адреналина» (стр. 35).

Вся остальная часть книги посвящена доказательству того, что при эмоциональном возбуждении действительно усиливается секреция адреналина, и анализу физиологического влияния, им оказываемого на ряд органов.

Остроумным способом добывая кровь из устья надпочечной вены до и после нервного возбуждения и определяя содержание в этих обеих порциях крови адреналина, Кеннон приходит к заключению, что вторая порция, т.-е. возбужденная порция крови, содержит больше адреналина, нежели первая. Определение адреналина производилось, опираясь на одну из его биологических реакций: расслабление тонуса изолированного отрезка кишечной мускулатуры. По мнению Кеннона, в крови, кроме адреналина, не содержится никаких других веществ, обладающих этой расслабляющей способностью.

Доказав таким образом усиление секреции адреналина под влиянием эмоций, Кеннон переходит к исследованию действия адреналина на отдельные системы нашего организма. На изменение деятельности пищеварительного тракта уже указывалось. Оказывается, что под влиянием эмоциональных возбуждений, следовательно, в конечном счете—адреналина, увеличивается в крови и моче содержание сахара, наступают гипергликемия и гликозурия. Утомленные мышцы под влиянием раздражения чревных нервов, иннервирующих надпочечник, быстро возвращаются к нормальному состоянию. Это происходит как за счет повышения артериального давления, так и за счет повышения содержания адреналина в крови. Адреналин ускоряет свертывание крови, и это наблюдается как при внутривенном вливании адреналина, так и при аффективных состояниях и болевых раздражениях.

Получив эти экспериментальные данные, Кеннон переходит к их интерпретации. В основном все указанные рефлекторные изменения он находит в высокой степени целесообразными и существующими «для сохранения благополучия организма или защиты его от вредных влияний окружающей среды» (стр. 109). Эмоциональные возбуждения (ярость, злоба, страх и т. д.) таят

в себе возможность физической борьбы в виде нападения или защиты. Эта борьба требует высокого напряжения мускулатуры (под влиянием адреналина утомленная мышца получает новую зарядку), мышцам необходим достаточный приток питательных веществ (в крови повышается содержание сахара) и т. д. В борьбе возможны повреждения, возможна потеря крови, но под влиянием адреналина свертывание крови ускоряется, и неблагоприятные результаты могут быть избегнуты. Свои взгляды, представленные здесь в виде основной их схемы, Кеннон базирует на эволюционном учении, данных общей физиологии и т. д., но от этого новых доказательств в свою пользу они не приобретают.

Таким образом, вся физиологическая природа эмоциональных процессов организма сводится к действию одного могущественного адреналина.

Можно ли с этим взглядом согласиться? Ответ на этот вопрос мы дадим после рассмотрения книги проф. И. П. Разенкова.

Я не буду рассматривать той части книги Кеннона, где он касается проблем чувств голода и аппетита, а также некоторых социологических вопросов. Здесь, как это можно ожидать от «ортодоксального» американца, красуются во всей своей полноте субъективный метод и идеалистический подход буржуазного ученого. Должная оценка таких взглядов дана в предисловии редактора перевода.

Проф. И. П. Разенков в своей книге также рассматривает вопрос о физиологической роли адреналина. В согласии с диалектическим методом и новейшим фактическим материалом он приходит к выводам, прямо противоположным взглядам Кеннона.

Книга эта представляет из себя сводку исследований Разенкова и его сотрудников по вопросу о вазомоторных свойствах крови. Кровь, протекающая по сосудам нашего тела, обладает способностью ослаблять или повышать тонус сосудистой стенки. До настоящего времени большинство ученых считает, что это свойство крови зависит от содержания в ней большего или меньшего количества адреналина или адреналино-подобных веществ, образующихся в процессе свертывания крови. Но все существующие экспериментальные данные настолько противоречивы, что создать из них какое-либо единое представление

совершенно невозможно. По правильному мнению проф. Разенкова, объяснение этой запутанности следует искать в неправильном методологическом подходе авторов, пытающихся связать свои представления о столь сложном комплексе явлений, как вазомоторные свойства крови, с деятельностью одного лишь органа нашего тела—надпочечной железы.

Последовательное экспериментальное изучение этого вопроса, произведенного в лаборатории проф. Разенкова, показывает что вазомоторные свойства крови находятся в зависимости: 1) от деятельности желудочно-кишечного тракта; в разгаре желудочного пищеварения усиливаются сосудосуживающие свойства крови, при покое желез желудка эти свойства крови или ослабевают, или исчезают совершенно; 2) от мышечной работы, ослабляющей в известных пределах сосудосуживающие свойства крови; 3) от нервного раздражения, усиливающего сосудосуживающие свойства крови и т. д. Самое интересное заключается в том, что надпочечные железы не принимают никакого участия в регуляции вазомоторных свойств крови, и, следовательно, в физиологических условиях адреналин не играет никакой роли в этой регуляции.

Кроме определения условий, влияющих на вазомоторные свойства крови, в книге проф. Разенкова приведены работы его сотрудников, определявших вещества, от которых эти свойства зависят. Оказывается, что реакция крови (изменения PH), резервная щелочность, содержание в крови хлоридов, CO_2 и т. д., одним словом, соотношение различных компонентов, входящих в состав крови, являются решающими в изменениях ее вазомоторных свойств.

От специфического действия одного гормона намечен таким образом путь к переходу на изучение физико-химических и физиологических свойств крови в целом.

Отсюда естественно вытекают и соответствующие методологические выводы, делаемые проф. Разенковым: «... вазомоторные свойства крови имеют в основе своей механизм не адреналиновый и не механизм адреналино-подобных веществ, как веществ, образующихся в процессе свертывания крови, а механизм этот является результатом очень многих условий, является результатом зависимости многих органов и тканей между со-

бой, является результатом изменения химизма организма в общем процессе обмена веществ» (стр. 84).

«Мы против того, чтобы приписывать одному какому-либо органу, в данном случае надпочечникам и их продукту—адреналину, какое-либо исключительное доминирующее значение, ибо мы считаем, что всякий процесс, совершающийся в живом организме, так сложен, так многообразен, что ни в коем случае не может быть объяснен деятельностью какого-либо одного органа, а всегда является результатом деятельности многих органов и тканей, является результатом изменения химизма организма в общем процессе обмена веществ» (там же).

Только такой метод изучения физиологических процессов является действительно диалектическим.

Теперь вернемся к книге проф. Кеннона. Можно ли согласиться с ним, что изменения в организме, происходящие при эмоциях, зависят только от действия одного лишь адреналина? Нам кажется, что в особенности сейчас, когда физиологическое существование адреналина многими оспаривается, и он признается лишь как продукт клеточного метаболизма, стать на подобную точку зрения нет ни малейших оснований. И это тем более резонно, что последними работами лаборатории проф. Разенкова методика Кеннона, при помощи которой он определял содержание адреналина в крови, потерпела крупный урон. Оказывается, что изолированную кишку нельзя признать надежным биологическим реактивом на адреналин, ибо в крови содержатся другие вещества, ослабляющие тонус кишечной мускулатуры.

Физиологию эмоций, столь сложный комплекс явлений, нельзя свести к одному действующему началу. Для разрешения этой проблемы надо рассматривать организм в целом.

Точно так же кризис современной эндокринологии может быть изжит только в случае планомерного и кропотливого изучения организма в целом, изучения общего процесса веществ и отказа от попытки объяснить сложный комплекс явлений одним простым условием.

Книгу проф. Разенкова, решительно ставшего на этот путь, следует поэтому рекомендовать не только физиологам и врачам. но и теоретикам-методологам.

Заявление в редакцию «Диалектики в природе»

Дорогие товарищи!

Просим Вас напечатать нижеследующие строки.

На философском фронте в настоящее время происходит весьма горячая дискуссия между «т. н. механистами» и «т. н. диалектиками», иначе сказать—группой марксистов-естественников и группой А. М. Деборина.

В этом споре необходимы чрезвычайная ясность и определенность во всех принципиальных моментах. Так как естественники не представляют из себя какой-либо строго сложившейся группы, а имеют в пределах принципиальной марксистской установки ряд расхождений во второстепенных вопросах, то не может никакая организация, хотя бы Тимирязевский Институт, отвечать за выступления своих сочленов.

В виду того, что за последнее время Деборин и его сторонники позволяли совершенно произвольно составлять из естественников желательные для них (деборинцев) группировки и в частности сочетать наши имена с фамилией Г. Г. Боссэ, мы должны заявить, что ничего общего со взглядами этого последнего не имеем, ибо считаем его только популяризатором, более или менее удачно передающим чужие, не всегда правильные с точки зрения марксиста, мысли.

В редакции сборников Тимирязевского Института, как и вообще в редакционных делах Института, в настоящее время Г. Г. Боссэ не участвует.

Действительные члены Гос. Тимирязевского
Института **Тимирязев, Варьяш, Перов.**

ОГЛАВЛЕНИЕ